SUPER INTERESSANTE

A DURA VIDA DAS FORMIGAS

ANO 4 • N.º 8 • AGOSTO 1990 • Cr$ 190,00

4 ANOS

FOTOGRAFIA
Imagens quentes

TECNOLOGIA
Quando os aviões se cansam

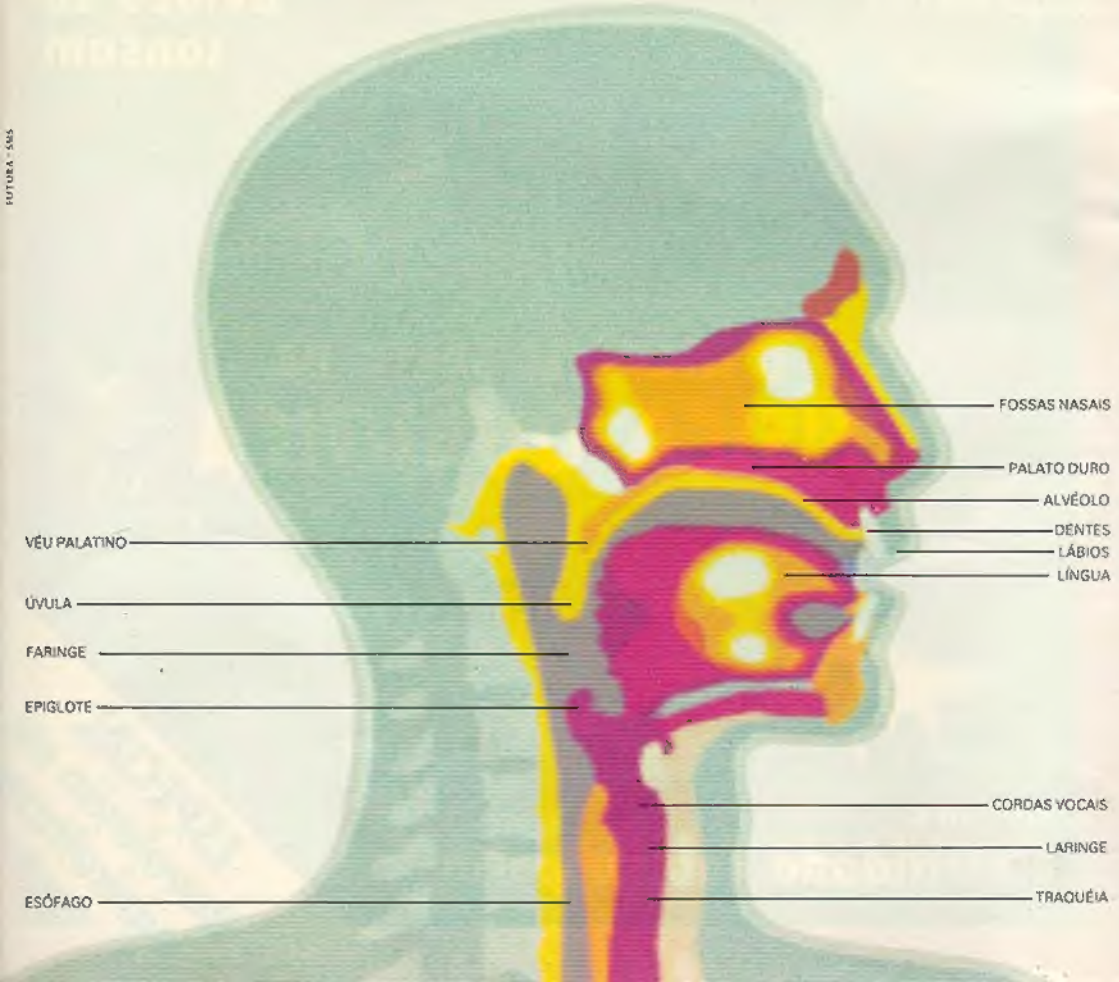
O INCRÍVEL SALTO DA FÍSICA QUÂNTICA

BIOFÍSICA
Eletricidade sob suspeita

ESPECIAL
Revolução na agricultura

3642 - N.º 35

A PRODUÇÃO PERFEITA DA VOZ É O RESULTADO DE VÁRIAS ETAPAS. A DE UM CABO TELEFÔNICO PIRELLI TAMBÉM.



O timbre é a característica de individualidade da voz humana, e resulta das variações de freqüência e intensidade de sua emissão.

PIRELLI
CABOS TELEFÔNICOS

Graças à garantia da qualidade dos fios e cabos telefônicos Pirelli, você identifica a voz do interlocutor, sem distorções, a longas distâncias, em qualquer parte do mundo.

A garantia da qualidade da natureza vai até o momento em que pronunciamos as palavras. A partir daí, é com a Pirelli. Nossos cabos transmitem confiança.

GARANTIA PIRELLI DA QUALIDADE

CARTA AO LEITOR

Taralli: importar terra é uma bobagem

A Divisão de Cabos da Pirelli tem estado presente nas páginas de SUPERINTERESSANTE desde a nossa terceira edição, ainda em 1987. Com peças especialmente preparadas para nós, a publicidade da Pirelli sem dúvida ajuda a fixar o caráter, digamos superinteressante, da revista. Mas não é dos publicitários da empresa que eu quero falar, e sim do gerente do seu Centro de Pesquisa e Desenvolvimento, engenheiro Carmine Taralli. Eu o conheci há três anos, pouco depois do lançamento da revista, numa visita ao Centro que ele dirige com grande entusiasmo. Reencontramo-nos dois meses atrás, em pleno transcorrer da Copa do Mundo, e pude verificar com grande satisfação que ele continua o mesmo. Ou seja, sempre disposto a mostrar suas preciosas instalações a visitantes leigos como eu, a falar carinhosamente dos trabalhos ali realizados e com muito orgulho dos produtos que de lá saem. Por exemplo, as fibras óticas que revolucionam as comunicações, de que você já recebeu uma pequena amostra numa edição passada de SUPERINTERESSANTE, ou os diversos cabos especiais desenvolvidos para que a Petrobrás possa operar suas plataformas de exploração de petróleo no mar. Tudo realizado por pesquisadores um dia recrutados, por virtudes ensaiadas ainda nos bancos universitários, para estágios durante os quais puderam demonstrar toda a sua capacidade.

O engenheiro Taralli fala dessas altas tecnologias com muita graça e simplicidade, como se fosse um redator de SUPERINTERESSANTE. Por exemplo: ao perceber que eu não entendia por que a importação do carbonato de cálcio necessário à operação do seu Centro de Pesquisa era uma rematada bobagem, ele explicou-me dessa maneira bem simples: "Carbonato de cálcio, no duro mesmo, o que é? É terra. Você acha que tem sentido gastar dinheiro importando terra? Achei melhor ir aí ao Vale do Paraíba, convencer o pessoal a me vender a terra deles em cruzeiros".

Apesar do sobrenome e do leve sotaque, o engenheiro é brasileiro, formado pela Escola Politécnica de São Paulo, e na Copa torcia pela Seleção brasileira. O que mais me impressionou no nosso último encontro foi seu empenho em manter vínculos com a universidade, participando de projetos conjuntos, encomendando tarefas, cuidando de oferecer condições de trabalho aos pesquisadores lá recrutados. Ali no Centro de Pesquisa pude ver um pouco do futuro. Voltei pensando comigo mesmo: estará nossa universidade, agora às voltas com a ameaça de cortes de verbas e pessoal, além de todos os males que historicamente a afligem, em condições de preparar os especialistas indispensáveis para que o futuro, um dia, se realize?

Almyr Gajardoni

Editora Abril

Editor e Diretor: VICTOR CIVITA
Diretor Superintendente: Roberto Civita
Diretores: Angelo Rossi, Edgard de Silvio Faria, Ilks Zarmati, José Augusto Pinto Moreira, Plácido Loriggio, Raymond Cohen, Roger Karman, Thomaz Souto Corrêa
Diretor de Assuntos Corporativos Alexandre Machado

DIVISÃO REVISTAS
Diretor: Thomaz Souto Corrêa
Diretores de Área: Antonio Carlos Ribeiro da Silva, Carlos Roberto Berlinck, Miguel Sanches, Oswaldo de Almeida, Ricardo Vieira de Moraes, Vanderlei Bueno

SUPER INTERESSANTE

Diretor de Grupo: Roberto Dimbério

REDAÇÃO
Diretor: Almyr Gajardoni
Redator-Chefe: Luiz Weis
Editores: Flávio Dieguez, Maria Inês Zanchetta, Martha San Juan França,
Redatores: Lucia Helena de Oliveira, Luiz Guilherme Duarte
Editor de Arte: Arlindo Gonçalves Filho
Chefe de Arte: Geraldo de Moura Filho
Diagramadores: Paulo Nonato da Silva, Paulo Sergio Primati
Secretário de Produção: Miguel Gama Francisco
Preparação de Textos: Flávio Moreira Martins
Atendimento ao Leitor: Marcia Rocha

SERVIÇOS EDITORIAIS
Abril Press - Gerente: Judith Baroni
Escritório Nova York: Dorrit Harazim (gerente), Frances Furness (assistente)
Escritório Paris: Pedro de Souza (gerente), Álvaro Teixeira (assistente)
Buenos Aires: Otilio Licetti (correspondente)
Departamento de Documentação - Gerente: Suzana Camargo
Serviços Fotográficos - Diretor: Pedro Martinelli
Automação Editorial - Gerente: Júlio Bartolo

PUBLICIDADE
Diretor: Marco Aurélio Cinque
Gerentes: José Luiz Decourt Ricci (São Paulo); Ricardo de Oliveira Lima (Rio)
Contatos: Marlene Orlovas, Luisa Helena Pantaleo (SP), Marcelo Borges Martinez (RJ)

Diretor de Vendas Governamentais: Dreyfus Soares
Diretores Regionais: Angelo A. Costi (Região Centro); Elcanto Engel (Região Sul); Geraldo Nilson de Azevedo (Região Nordeste)
Escritórios Regionais: Valter Cruz Gonçalves (Belo Horizonte); Gilberto Amaral de Sá (Brasília); Lilica Mazer (Curitiba); A. Simone R. Souto (Fortaleza); Rosangela Isoppo da Cunha (Porto Alegre); Ana Maria F. de Oliveira (Recife); Elizabeth Silveira (Salvador)
Representante: Intermídia (Ribeirão Preto)

MARKETING
Gerente de Produto: Rogério Zetune
Assistente: Mounir Hassan Dieb

ASSINATURAS
Diretor de Marketing: Gerson Cury
Diretor de Atendimento: Ignácio Santin

Diretora de Promoção e Pesquisa de Mídia: Haydée Gomes Guersoni
Diretor de Propaganda: Ivo Carlos De Maria

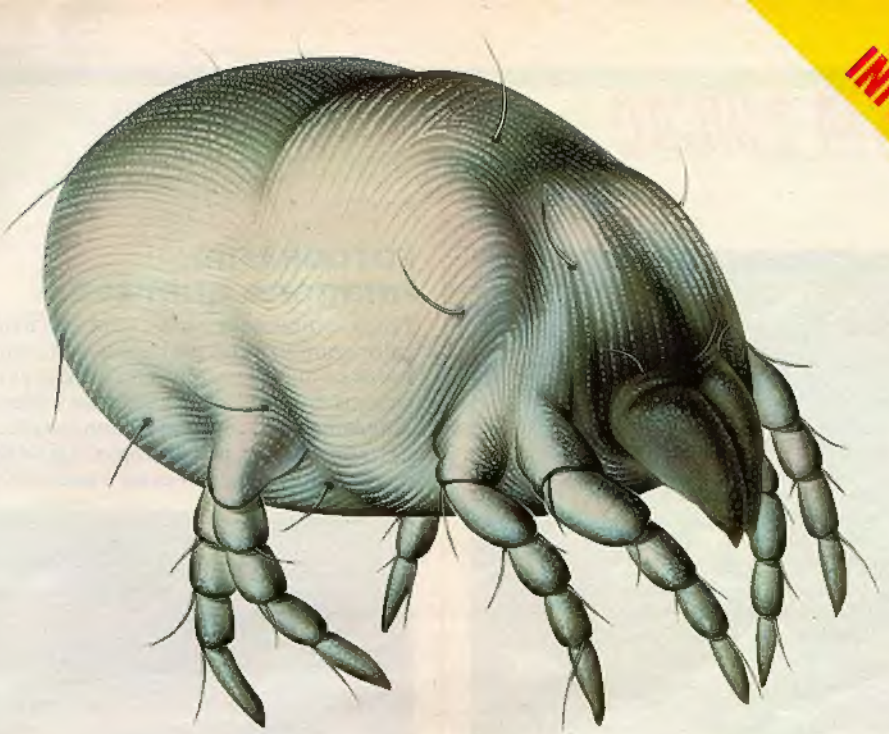
DIRETORES DIVISIONAIS
Diretor Assinaturas: Eduardo Frezza
Diretor Publicidade Regional: Julio Cosi
Diretor Escritório Rio: Sebastião Martins
Diretor Escritório Brasília: Luiz Edgar P. Tostes
Diretor Responsável: Oswaldo Franco Domingues Jr.

SUPERINTERESSANTE é uma publicação mensal da Editora Abril S.A. 1987 G + J España S.A. "Muy Interesante" ("Muito Interessante") - Espanha - **Assinatura anual:** valor de capa multiplicado pelo número de edições anuais. Ao fazer sua assinatura exija a credencial do vendedor e pague somente com cheque nominal à Editora Abril S.A. A Editora Abril garante aos assinantes desta publicação que a interrupção na entrega dos exemplares contratados, sem que para isto tenha dado motivo o próprio assinante, implicará na restituição, em cruzados novos ou cruzeiros, da parte do preço total paga antecipadamente e correspondente aos exemplares que não forem entregues, corrigida pela variação do BTN fiscal. **Números atrasados:** ao preço da última edição em banca, por intermédio de seu jornaleiro ou na distribuidor das revistas Abril de sua cidade. Pedidos pelo Correio: DINAP - Estrada Velha de Osasco, 132, Jardim Terras, CEP 06000, Osasco, SP, Telex (011) 33670 ABSA. Todos os direitos reservados. Distribuída com exclusividade no país pela DINAP - Distribuidora Nacional de Publicações, São Paulo. **SUPERINTERESSANTE** não admite publicidade redacional. **Serviço ao Assinante:** tel.: (011) 823-9222

ANER IVC

IMPRESSA NA DIVISÃO GRÁFICA DA EDITORA ABRIL S.A.

YASHICA INFORMA



MAIS DE MEIO MILHÃO DE PESSOAS JÁ TEM O INCRÍVEL STERILAIR.

- Esterilizador de ar.
- Elimina as causas das alergias respiratórias.
- Elimina fungos, mofos e ácaros.
- Protege as roupas contra o bolor.
- Ideal para climas úmidos.
- Elimina fungos dos equipamentos fotográficos, livros e discos.
- Não emite ruídos e não solta cheiros.
- Consome pouca energia elétrica.
- Patenteado em 30 países.
- Não tem contra-indicação.

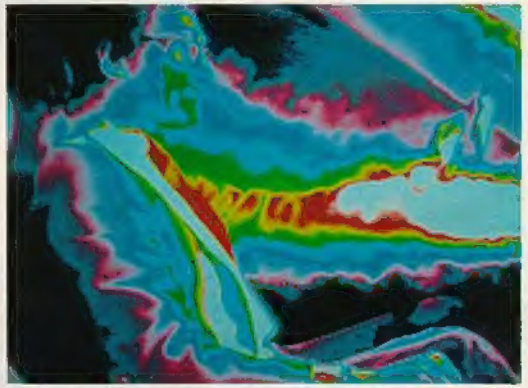
Sterilair
O INIMIGO DO ÁCARO

NESTA EDIÇÃO

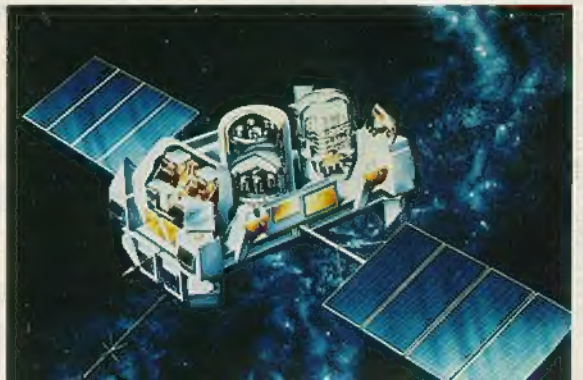
CAPA
O incrível salto do elétron
Sofisticados instrumentos de medição procuram pela primeira vez flagrar os movimentos das partículas no interior dos átomos. Segundo a Física Quântica, os elétrons mudam de posição sem deixar traço de sua passagem entre um lugar e outro. A única pista é a luz que emitem durante esse deslocamento

18

FOTOGRAFIA
Imagens quentes
Fotos computadorizadas, feitas a partir do calor emitido pelas moléculas que compõem todos os materiais, têm sido usadas em setores os mais diversos — da Medicina à Mecânica. A termografia, como se chama essa técnica, permite estudar, por exemplo, a passagem de correntes de ar em casas e automóveis 24



ASTRONOMIA
Depois do Hubble
Três grandes telescópios espaciais estão sendo preparados para complementar as observações do já célebre Hubble. Com eles, será possível perscrutar o céu de todas as maneiras e em todas as direções, levando longe o conhecimento dos astros 28



TECNOLOGIA
Quando os aviões se cansam
Apesar do cuidado da indústria, a fadiga dos materiais é um fator de risco de acidentes 36

BIOFÍSICA
Eletricidade sob suspeita
Será que a radiação emitida pelos fios da rede elétrica pode dar câncer? Não há provas, mas os cientistas se mobilizam para investigar essa hipótese desconcertante

50

NATUREZA
A dura vida das formigas
Sua complexa organização social é uma afiada ferramenta de trabalho 44

COSTUMES
Terra de trigo
A matéria-prima do pão de cada dia é o mais difundido alimento da espécie humana. Semeado desde cerca de 10 000 anos atrás, o trigo espanta por suas dezenas de milhares de variedades, derivadas de duas raízes 70

CIÊNCIAS
O fator acaso
O botânico à procura de uma planta rara pode topar sem querer com uma ossada de dinossauro: a história da ciência está repleta de descobertas e invenções acidentais 64

AGRICULTURA
Plantando o futuro
Vegetais criados em tubos de ensaio, robôs que tratam da terra e satélites que vigiam as pragas começam a revolucionar o campo, semeando a lavoura do século XXI

58

SEÇÕES

Notícias superinteressantes	8
Perguntas superintrigantes	16
Dois mais dois	35
Dito & feito	74
Telescópio	76
Livros superimportantes	78
Superdivertido	81
Superdivertido / soluções	82
Superengraçado	83
Cartas dos leitores	84

Capa: Ilustração Milton Rodrigues Alves / Foto Roberto Tinoco
SUPERINTERESSANTE nº 35

NOTÍCIAS SUPERINTERESSANTES

Cérebro nasce em laboratório

Os neurologistas estão vibrando: na Universidade Johns Hopkins, em Baltimore, Estados Unidos, uma equipe chefiada pelo professor Solomon Snyder conseguiu pela primeira vez a proeza de multiplicar neurônios humanos, as células nervosas, em laboratório. Normalmente, um neurônio nunca se divide depois do nascimento e, além disso, dura poucos dias fora do organismo. No entanto, os pesquisadores desenvolveram um caldo hormonal em que a célula nervosa não apenas sobreviveu como se multiplicou, formando em pouco tempo um tecido cerebral.

A cultura de neurônios em laboratório ajudará um sem-número de pesquisas — desde observar a bioquímica do cérebro até testar o efeito de drogas. Mas, na opinião de Esper Cavalheiro, professor de Neurologia da Escola Paulista de Medicina, o mais importante será a utilização desses tecidos em implantes para remediar os danos causados ao cérebro por bebidas alcoólicas, drogas e ainda doenças como Parkinson e Alzheimer. "Antes fazíamos essas cirurgias apenas com células de fetos recém-abortados", conta ele, "e sempre havia o risco de rejeição." ■

REMBRANDT - GAMMA - LIAISON

Snyder: multiplicando neurônios humanos

No Haiti, vestígios do colossal impacto em algum ponto do Mar do Caribe

No Caribe, o fim dos dinossauros

A hipótese de que os dinossauros sumiram da face da Terra há 65 milhões de anos, em conseqüência da sucessão de calamidades que assolaram o mundo depois do choque de um corpo celeste com o planeta, conquistou um lugar na ciência e na imaginação popular. Mas a engenhosa explicação sempre padeceu de um porém: a ausência de qualquer vestígio do lugar da colossal colisão. Agora, ao que tudo indica, essa lacuna pode estar em vias de extinção. Segundo dois geólogos da Universidade do Arizona, Alan Hildebrand e William Boynton, a descomunal cratera aberta pelo impacto jaz em algum lugar do mar do Caribe, na América Central.

Eles encontraram no Haiti depósitos de tectito, quartzo e irídio, originários do Período Cretáceo, quando ocorreu o cataclismo. O irídio costuma estar presente numa variedade de corpos celestes, como meteoros, asteróides e cometas. O quartzo resulta de um processo de aquecimento (causado, quem sabe, por um choque) e posterior resfriamento do solo. E o tectito é um material vítreo existente em meteoritos. Os geólogos suspeitam que o impacto se deu no mar, ao norte da Colômbia, no que hoje é uma depressão coberta de sedimentos. ■

Gravação não perde a hora

Apenas uma minoria de usuários de aparelhos de videocassete faz gravações automáticas de programas de TV para ver mais tarde — e um dos principais motivos é que nem sempre o programa começa na hora certa para a qual o vídeo foi instruído. Mas isso pode mudar. Um novo sistema concebido na Inglaterra permite aos vídeos identificar um programa de TV e gravá-lo quando efetivamente vai ao ar. O telespectador só precisa ficar atento ao código dos diversos programas, previamente divulgados na forma de teletexto. Então, com ajuda de um lápis eletrônico, ele registrará na memória do vídeo o código da emissão que lhe interessar. Com isso, o aparelho acionará o sistema de gravação apenas na hora em que a emissora projetar o código indicando o início do programa — depois ou antes do horário previsto. ■

No princípio, a uniformidade

Uma equipe da Universidade de Oxford, dirigida pelo astrônomo Steve Maddox, suplantou seus colegas brasileiros e americanos, que haviam montado um mapa de uma vasta região do Universo com o alcance de 400 milhões de anos-luz (SUPERINTERESSANTE número 4, ano 4). Os ingleses pesquisaram 2 milhões de galáxias, até 2 bilhões de anos-luz. Em compensação, se limitaram a uma faixa de 10% do Cosmo conhecido. O mapa dos ingleses não mostra, como os anteriores, vazios cercados por estruturas semelhantes a paredes. "Prova de que a matéria se distribui de forma mais uniforme em distâncias muito grandes, que correspondem ao período inicial do Universo", comenta o astrofísico Paulo Pellegrini, do Observatório Nacional, um dos autores do mapa onde se enxergam paredes. "Resta saber como uma distribuição tão homogênea de galáxias evoluiu para a forma que vemos agora." ■

DR. STEVE MADDOX / OXFORD UNIVERSITY

No mapa, 2 milhões de galáxias

CH. VOLKMAR / GAMMA

Ozônio da poluição ataca as folhas

Também o gás mata árvores

Até há pouco, a destruição de florestas nos países de clima temperado tinha um suspeito líquido e certo: a chuva ácida, resultante de reações químicas provocadas pela poluição na atmosfera (SUPERINTERESSANTE número 5, ano 4). Mas uma pesquisa realizada nos Estados Unidos mostrou que também o ozônio pode contribuir para a mortandade das árvores. O mesmo gás que existe naturalmente na alta atmosfera, onde protege a Terra dos raios solares, pode ser produzido a baixas altitudes pela emissão de poluentes no ar. Neste caso, provoca lesões nas folhas e inibe a fotossíntese das plantas.

Segundo o químico Cláudio Alonso, da Companhia de Saneamento Ambiental de São Paulo (Cetesb), "embora o ozônio seja realmente prejudicial, existe muita controvérsia sobre o que estaria causando a destruição das florestas". Para aumentar a controvérsia, um recente relatório do governo dos Estados Unidos mostra que de um modo geral as florestas desse país não foram afetadas pela chuva, apesar dos seus altos índices de acidez em algumas regiões. ■

Sexo sabido aos 2 dias de vida

Será possível retirar uma célula de um embrião com 48 horas de idade sem afetá-lo? Pois cientistas do Hammersmith Hospital de Londres vêm conseguindo exatamente isso, dois dias depois da fecundação em proveta, quando o ovo se divide em um punhado de oito células. A idéia é estudar o patrimônio genético do futuro ser, determinando seu sexo e a eventual presença de alguma entre duzentas doenças hereditárias, como a hemofilia. Segundo os pesquisadores, casais que possam passar certas doenças aos filhos deveriam optar pela fertilização *in vitro*

GAMMA

Ovo dividido: exame preventivo

combinada com esse exame. Pois o embrião é implantado no útero materno apenas quando o estudo dos genes garante que o bebê será saudável. "É um grande avanço", entusiasma-se o ginecologista Thomaz Raphael Gollop, da Maternidade de São Paulo. "Não vai demorar muito para a técnica se difundir no mundo inteiro." ■

Não-fumante paga com o coração

Fumar faz mal para quem não fuma? Uma pesquisa vem dar alento a quem sempre achou que sim — e traz uma importante novidade: conviver com fumantes pode afetar até o coração. Um estudo do Medical College de Nova York, com um grupo de não-fumantes alojado durante meros 20 minutos numa esfumaçada sala de espera, mostrou que eles tiveram aumentada no sangue a quantidade de plaquetas, moléculas que formam os coágulos, capazes de entupir as artérias. Verificou-se também que a fumaceira de 4 700 substâncias que o cigarro libera no ar acaba diminuindo a capacidade do coração de acelerar o ritmo quando necessário. Calcula-se que, de cada três americanos não-fumantes vítimas de ataques cardíacos, dois pertencem aos chamados fumantes involuntários ou passivos. (No Brasil não há dados a respeito.) O pneumologista José Rosemberg, do Ministério da Saúde, adverte que a relação deve ser ainda mais grave no caso das doenças respiratórias: "Adolescentes que cresceram entre fumantes têm pulmões danificados e frágeis, como se fumassem dez cigarros por dia".

NOTÍCIAS SUPERINTERESSANTES

Disco a laser, quente e frio

O compact disc, pelo que se ouve, foi só o começo. Mais de quarenta empresas japonesas anunciaram recentemente a intenção de produzir, em cerca de um ano, um disco que una os sistemas magnéticos e óticos para gravar, apagar e regravar até perder a conta uma infinidade de palavras, imagens, notas musicais ou dados de computador (SUPERINTERESSANTE número 5, ano 4). O segredo do novo disco, MO (magneto-optical), está numa superfície de gravação feita de uma liga não-

cristalina especial: aquecida, ela aceita a gravação magnética; resfriada, pode conservar perfeitamente intacto seu campo magnético por até quinze anos. O sistema funciona com um fino feixe de raios laser aquecendo pequenas partes do disco, as quais recebem um campo magnético, congelado naquele ponto à medida que a superfície esfria. Os usuários de computadores como o NeXT, que já vem com um sistema de leitura de discos óticos, comemoram antecipadamente: cada MO poderá arquivar o equivalente a 1 600 disquetes comuns. ■

Pseudopartícula no supercondutor

A mais imaginosa teoria a respeito dos tão sonhados supercondutores capazes de transportar eletricidade sem perdas a temperatura ambiente foi anunciada numa recente reunião da Sociedade Americana de Física, na Califórnia — e não se pode dizer que não esteja à altura dos arcanos da Mecânica Quântica. Ken Lyons, pesquisador dos Laboratórios Bell, sugeriu que os materiais com propriedades supercondutoras talvez possuam estruturas atômicas contendo *anyons* (do inglês *any*, qualquer), estranhas pseudopartículas concebidas em 1982 que existiriam somente em duas dimensões. A supercondutividade, por sinal, sempre ocorre num plano.

O mais importante é que os anyons podem formar inesperadas associações com as outras partículas do supercondutor. Ora, são exatamente associações desse tipo, apenas com elétrons, que explicam a supercondutividade tradicional, a baixas temperaturas. Agora, segundo Lyons, estaria nos exóticos anyons a esperança de que os supercondutores tenham afinal uma explicação teórica. Mas os cientistas são cautelosos. Diz o físico Adilson José da Silva, da Universidade de São Paulo: "Essa possibilidade é uma conjectura criada por uma série de coincidências".

Tecnologia em defesa da arte

Uma resina inventada para absorver o sal da água do mar pode defender as obras-primas da pintura contra o ataque cada vez mais freqüente de malucos de todo tipo. Há alguns meses, por exemplo, *A ronda noturna*, o célebre quadro do pintor holandês Rembrandt van Ryan (1606-1669), foi borrifado com ácido sulfúrico e por pouco não ficou destruído. Capaz de corroer o verniz protetor das tintas usadas na tela, o ácido deve sua força a uma reativa combinação de átomos de enxofre e oxigênio. Mas pode ser neutralizado por uma pasta feita com uma resina originalmente patenteada pela empresa alemã Bayer para obter água destilada. A dupla enxofre-oxigênio, absorvida pela pasta, resseca sobre a tela, sendo retirada por um aspirador de pó. *A ronda noturna*, rapidamente lavada com água destilada, perdeu apenas o verniz. Nem precisou da ajuda da resina. Mas três telas do pintor medieval alemão Albrecht Dürer (1471-1528), atacadas em 1988, só puderam ser salvas e restauradas depois de um banho neutralizador. ■

A ronda... *danificada: remédio está na pasta*

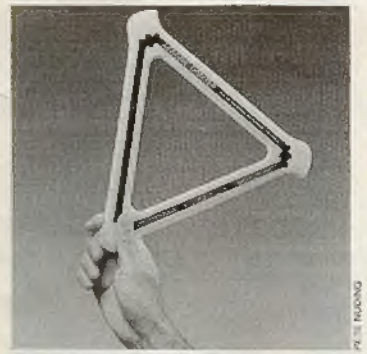
Com o gene e o queijo na mão

A Engenharia Genética se aproxima da mesa de refeições. Pela primeira vez, as autoridades americanas autorizaram a produção de um ingrediente alimentar resultante da manipulação de genes. Trata-se da rinina, uma enzima utilizada pela indústria de laticínios na fabricação de queijos, normalmente extraída do estômago de bezerros. Doravante, será obtida a partir de bactérias cuja estrutura genética foi alterada para esse fim. O vinho, por enquanto, continua sendo feito de uvas. ■

Sensores fariam obras mais seguras

Bumerangue triangular

Dez mil anos depois de inventado pelos aborígines australianos, o bumerangue ganhou um novo desenho e nova aerodinâmica. Em vez da tradicional estrutura em L recortada em madeira, tornou-se um triângulo de borracha recoberto com plástico rígido, cujos vértices ligeiramente alongados dão melhor sustentação no ar. Por isso, pode ser lançado com menor esforço; seu impacto, mais suave, ameniza eventuais pancadas nos iniciantes na brincadeira. Denominado Orbitator, o sofisticado bumerangue foi criado pelo engenheiro americano Alan Adler. Há cinco anos, ele fez sucesso com o Aerobie, um anel de borracha recordista



Bumerangue de Adler: menos esforço

entre brinquedos desse tipo, capaz de voar 400 metros. Algo mais difícil de dominar, o bumerangue deve ser lançado quase na vertical, um pouco inclinado para a direita. Mas para vê-lo fazer uma curva e tornar às mãos do lançador é preciso prática e habilidade. ■

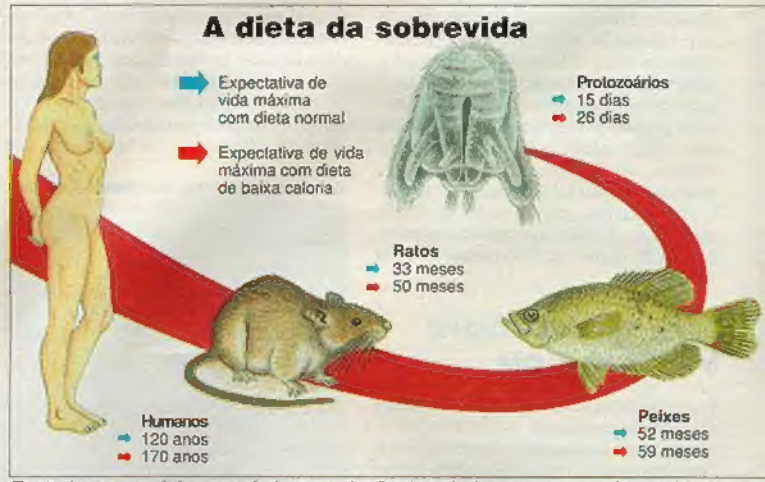
Nervos à flor do cimento

A idéia é digna de prêmio: assim como sensores na pele alertam o cérebro quando algo anormal se passa com o corpo, sensores de fibras óticas poderiam prevenir desastres, se fosse possível embuti-los, como peles artificiais, na estrutura de pontes, viadutos, aviões e sistemas de canalização de gás. Essa rede seria capaz de transmitir informações sob a forma de pulsos de luz — a exemplo do que já ocorre nas telecomunicações — com o auxílio de computadores, que interpretariam os sinais como um aviso de falhas, ou de variações de temperatura ou de estresse na estrutura. Engenheiros americanos já conseguiram transformar a idéia em fato, ao instalar sistemas desse tipo para medir a temperatura em turbinas de helicópteros. "Em construções mais complexas, ainda restam problemas a resolver", analisa o físico César Évora, coordenador da área de fibra ótica da Telebrás, em Campinas. "As fibras têm de aderir perfeitamente ao material para que o menor sobressalto seja registrado. E isso por enquanto não foi conseguido." ■

Vive mais quem come menos

Cortar 65% das calorias que se ingerem no dia-a-dia pode garantir muito mais do que uma silhueta esbelta: segundo o Instituto Nacional de Envelhecimento, dos Estados Unidos, submeter-se a esse regime espartano prolonga a vida. Os cientistas ofereceram a diversas espécies de cobaias, desde protozoários a peixes e ratos, um cardápio pobre em calorias, digno de qualquer spa — as clínicas de emagrecimento da moda. Como em todos os casos os membros dos grupos pesquisados sobreviveram aos dos grupos cuja alimentação continuou normal, os pesquisadores concluíram que comer frugalmente pode ser a melhor receita para viver mais.

Projetando os resultados para a espécie humana, os pesquisadores deduziram que, sob um regime de baixa caloria, a expectativa de vida máxima saltaria de 120 para 170 anos (SUPERINTERESSANTE número 5, ano 4). "Isso é válido em teoria", ressalva no entanto o gerontólogo Eduardo Gomes de Azevedo. "Mas na prática é difícil reduzir drasticamente calorias sem o grave risco de eliminar nutrientes importantes para a saúde." ■



Em todas as espécies estudadas, a redução de calorias aumentou a longevidade

ILUSTRAÇÃO ARTUR KENJI

Em Paris, a Informática presta serviço aos deficientes visuais

Computador lê para os cegos

Os cegos em Paris não precisam mais esperar que uma obra seja editada em braile, a escrita em relevo para deficientes visuais. Nas bibliotecas parisienses, começa a ser implantado um sistema de computadores que permite aos cegos ler todo e qualquer livro. Basta que ponham o texto sob um leitor ótico, o *scanner*, ligado a um computador com alto-falante. Ao se apertar um botão, a leitura começa: o scanner decifra a página e, 30 segundos depois, o computador lê o texto com uma voz que não soa anasalada como a dos primeiros sintetizadores. Além disso, a leitura é feita com a entonação adequada, porque o computador é capaz de reconhecer a pontuação do texto. Para aqueles que, ainda assim, preferirem o antigo sistema, o computador também pode traduzir o texto imediatamente para o braile: à medida que o scanner percorre uma linha, o texto equivalente aparece em braile numa esteira rolante. ■

Um telescópio vigia o céu

Às vezes, basta o cientista se afastar do telescópio para um cafezinho — e pronto: um fenômeno ocorre no céu e fica sem registro na Terra. Para tratar dessa crônica dor de cabeça dos astrônomos, técnicos da NASA desenvolveram um telescópio dotado de sensores especiais capazes de captar sinais de luz e de outras radiações. Assim, quando uma estrela fizer uma aparição repentina no espaço, o telescópio automaticamente apontará em sua direção. Os técnicos americanos garantem que o novo equipamento é rápido no gatilho — seu movimento não gasta mais de 1 segundo.

O astrônomo Luiz Bernardo Clauzet, da Universidade de São Paulo, reconhece que a novidade será útil para captar, por exemplo, explosões de raios gama, pulsações de radiação que nunca duram mais de 10 segundos. "Mas os sensores dificilmente captarão o ponto de luz, quase invisível, que indica uma estrela recém-nascida", adverte. "Quem pretende estudar esse tipo de fenômeno ainda precisa contar com a sorte de estar de olho no céu na hora certa." ■

Astrônomo poderá se afastar em paz

FERNANDO PARENTE

O século XXI em exposição

O dia de amanhã está em exibição hoje. O Centro dos Futuros, recém-inaugurado no Instituto Franklin, museu de ciência e tecnologia fundado há 57 anos em Filadélfia, no Estado americano da Pensilvânia, expõe os conceitos, as técnicas, os artefatos e as tendências sociais que já estão desenhando o perfil do próximo século. Em 8 300 metros quadrados, os visitantes podem ver aparelhos de TV de alta definição, entrar em estações espaciais, acompanhar por dentro o metabolismo de uma célula gigante ou ainda seguir o crescimento da população mundial por meio de 13 000 pontos de luz de fibra ótica. Painéis espalhados pelo museu apresentam as últimas novidades em áreas tão diferentes como Medicina e Robótica. Mas o tema central — o poder humano de moldar o futuro — fica por conta de um cinema com 150 assentos dotados de botões. Após assistir a documentários, os espectadores votam contra ou a favor da Engenharia Genética e da energia nuclear, por exemplo. Na tela, as conseqüências de cada decisão para o meio ambiente, a economia e a saúde aparecem em filmes que imaginam como poderá ficar o mundo conforme essa ou aquela escolha. ■

FRANKLIN INSTITUTE

Demografia com luzes de fibra ótica

As 30 geladeiras de Einstein

Ainda mais difícil do que explicar ao mundo a Teoria da Relatividade, foi para Albert Einstein convencer alguém a fabricar a geladeira que inventou junto com outro físico ilustre, o húngaro Leo Szilard (1893-1964), um dos construtores do primeiro reator atômico. Os cientistas resolveram reinventar o refrigerador (surgido em meados do século XIX) em 1928 depois que uma família alemã morreu por causa das emanações tóxicas de amônia de um aparelho. Até o final dos anos 20, a amônia era o elemento refrigerante usado nas geladeiras: condensado, o fluido se evaporava, retirando o calor do compartimento interno. Hoje em dia, esse papel é desempenhado pelo clorofluorcarbono — o mesmo gás que destrói a camada de ozônio do planeta.

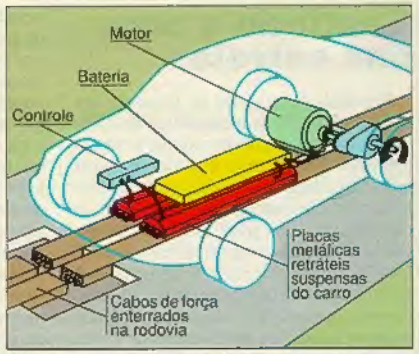
Pois bem. Einstein e Szilard tentaram substituir a amônia por um líquido contendo partículas metálicas em suspensão. Atraídas por válvulas com polaridades diferentes, feito ímãs, as partículas manteriam o líquido em movimento, retirando o calor. Mas o protótipo da geladeira einsteiniana era tão barulhento que ninguém quis fabricá-la. Inconformada, a dupla patenteou, em três anos, outros 29 modelos e nem assim conseguiu criar uma engenhoca silenciosa. ■

ARCHIV DES VERFASSERS

Em 1929: idéia não deu certo

Abastecimento em movimento

Não se sabe quem teve a idéia primeiro — se o engenheiro Stanislav Iupatov, um cidadão da República da Quirguízia, no sul da União Soviética, citado pela agência de notícias Novosti, ou os técnicos do departamento de água e energia de Los Angeles, na Califórnia. Mas os americanos já conseguiram o patrocínio de uma empresa privada e saíram na frente com o projeto de uma rodovia capaz de transferir energia a automóveis movidos a eletricidade por meio de cabos instalados sob o pavimento. Até o final do ano deverá estar pronta a rodovia local de Playa Vista, com cabos enterrados num trecho de 300 metros para criar um campo magnético. Uma estrutura metálica sob o veículo, a menos de 8 centímetros da pista, converte o magnetismo em eletricidade para acionar o motor e recarregar as baterias. Assim, os carros elétricos poderão continuar rodando mesmo em trechos convencionais. O problema é que o piso da estrada precisa ser perfeito como uma mesa de bilhar para não danificar a estrutura metálica. Os carros a bateria têm doze vezes menos autonomia que os carros a gasolina, percorrendo não mais de 190 quilômetros sem reabastecer (SUPERINTERESSANTE número 6, ano 4). ■



Placas captam o magnetismo dos cabos que um controle transformará em energia

NOTÍCIAS SUPERINTERESSANTES

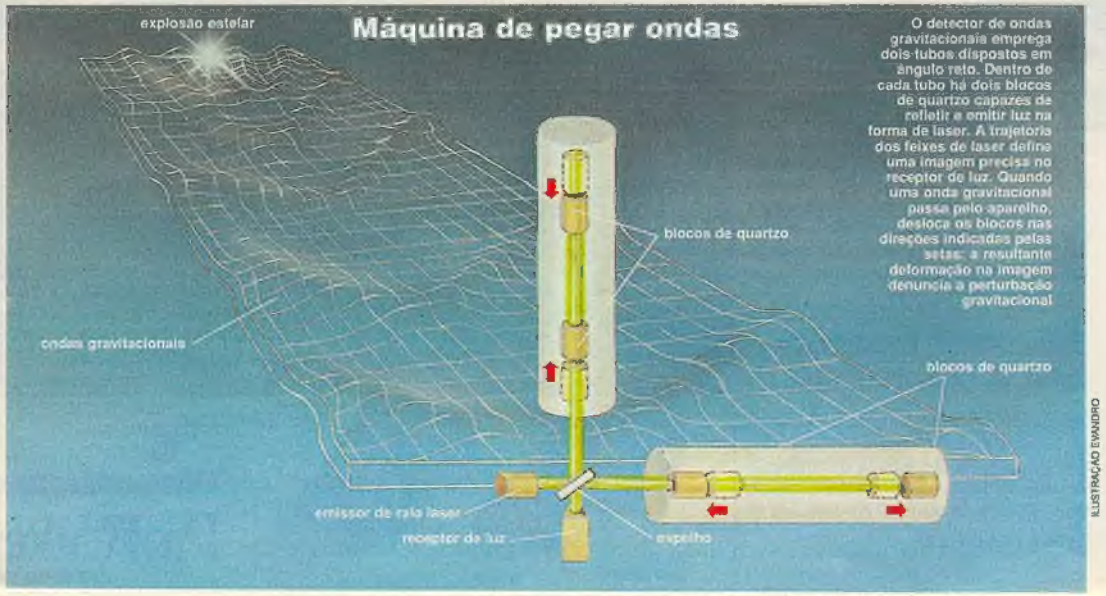
Sentindo o som das estrelas

Previstas pelo gênio de Einstein em 1916 para explicar a mecânica do Universo, as ondas gravitacionais vêm escapando desde então aos sensores dos cientistas. Mas é possível que em breve a caçada chegue ao fim. Para isso, o governo dos Estados Unidos planeja gastar 192 milhões de dólares na construção de um detector a laser, com 4 quilômetros de comprimento, que ficaria pronto em 1995. Trata-se do LIGO, sigla em inglês de Observatório de Onda Gravitacional com Interferômetro a Laser (*ilustração*). Um modelo anterior, de 40 metros, era já capaz de registrar a pressão causada por um flash comum de máquina fotográfica. Mas as ondas gravitacionais são extraordinariamente mais sutis. A onda gerada pela explosão de uma estrela distante, por exemplo, faria com que na Terra um bloco de metal de 1 metro cúbico se movesse uma décima parte de 1 trilionésimo de milímetro — mas o novo detector captaria o evento.

A recompensa, certamente, será grande, pois a captura das ondas gravitacionais permitirá estudar eventos formidáveis, como colisões entre estrelas e buracos negros, astros que concentram quantidades incomensuráveis de matéria. Isso lançaria mais luz sobre as leis gerais que governam o Universo. Para entendê-las, pode-se comparar o Cosmo a um jogo de futebol onde cada jogador é um corpo celeste e a bola é a energia. Uma sucessão de passes de um jogador a outro representa uma onda de energia. A diferença é que no jogo cósmico há inúmeras bolas, distribuídas entre os corpos celestes, que ficam trocando passes sem cessar. De modo geral, o fluxo de energia é pequeno e não se altera, mas quando uma estrela explode o equilíbrio se rompe. Há uma súbita transferência de energia para os corpos próximos que, em seguida, a repassam para corpos mais distantes.

As bolas que se propagam no Universo podem ser de três tipos. O primeiro representa a energia da gravidade. Embora presente em qualquer corpo físico, flui principalmente entre as estrelas e os planetas — aquilo que mantém a Terra presa ao Sol é, na verdade, uma troca de ondas gravitacionais. O segundo tipo inclui a energia eletromagnética e a energia nuclear fraca, responsáveis ambas pelas ligações entre moléculas e átomos. A energia nuclear forte, enfim, cria forças entre os quarks, partículas das profundezas do núcleo atômico. Apesar de sua importância, a energia gravitacional, o primeiro tipo, tem uma intensidade relativa muito baixa. Para se ter uma idéia, basta comparar os passes do tipo eletromagnético e do tipo gravitacional trocados entre um elétron e o núcleo atômico. A relação entre as duas formas de energia se exprime por um número gigantesco: 10^{50} (o número 1 seguido de cinqüenta zeros). Isso dá uma noção da dificuldade de captar as ondas gravitacionais.

Também mostra como é difícil compará-las matematicamente com as outras formas de energia — o grande sonho que Einstein perseguiu em vão. Hoje, com a ajuda de instrumentos inimagináveis há setenta anos, o sonho pode se tornar realidade. O plural é obrigatório: um único detector registra a passagem da onda, mas não sabe de onde ela vem; para tanto, é preciso pelo menos três equipamentos trabalhando juntos. Como os americanos, os europeus já têm planos para instalar o seu detector — e mandaram uma boa notícia. "Os brasileiros poderão participar do projeto", informa o físico Reuven Opher, do Instituto Astronômico e Geofísico, da Universidade de São Paulo. "Fomos sondados e, naturalmente, achamos a idéia muito boa." ■



Você vai conhecer aqui o primeiro passo para transformar sua vida profissional

1890-1990
1.º CENTENÁRIO

Hoje em dia, a ordem é economizar. Essa regra se aplica especialmente a aparelhos eletrônicos. Houve tempo em que um rádio avariado era simplesmente trocado por um novo. Agora, isso já é impossível para faixas cada vez maiores da população.

Essa mudança de comportamento interessa a você. Como?

É simples. As **Escolas Internacionais do Brasil**, a mais tradicional organização educacional à distância do mundo, desenvolveu uma metodologia simples e eficiente através da qual você pode transformar sua vida aproveitando essa oportunidade única de abrir seu próprio negócio ou disputar em vantagens os melhores empregos e salários.

É o curso de Eletrônica, Rádio e Televisão das **Escolas Internacionais.** Em poucos meses, você estará habilitado a montar e consertar aparelhos de som e de vídeo, rádios e outros equipamentos eletrônicos.

Quer dizer, você vai estar apto a montar sua própria oficina de reparos, assegurando lucros e crescimento profissional.

O aprendizado se desenvolve através de lições claras e muito bem ilustradas, orientando-o tanto em aspectos teóricos quanto práticos. Você recebe em sua casa todo o material didático e tudo o que for necessário para um rápido e eficiente aprendizado. E, no final do curso, as **Escolas Internacionais** enviam seu **Certificado de Aprovação**, documento que goza de prestígio internacional.

Não perca essa oportunidade de dar um verdadeiro salto profissional. Faça como os **12 milhões de alunos**, de todas as faixas etárias, que já aprovaram, desde 1890, o exclusivo método de ensino das

Escolas Internacionais

ESCOLAS INTERNACIONAIS DO BRASIL
Caixa Postal 6997
CEP 01051 - São Paulo - SP
Sede: Rua Dep. Emilio Carlos, 1257
Osasco - SP
Tel: (011) 703-9489

PLANO ESPECIAL
– 12 MESES –

Se você deseja receber **já na próxima semana** a primeira remessa de lições em sua casa, envie, junto ao cupom anexo um cheque ou vale postal no valor de **Cr$ 1.200,00***. Se preferir, **não mande dinheiro agora.** Efetue a sua matrícula pelo **Sistema de Reembolso Postal,** e pague somente ao receber os materiais.

* Valor da 1ª mensalidade do Curso de **Eletrônica, Áudio, Rádio e Televisão.** Preços válidos até **10/09/90.** Após esta data, matrículas sujeitas a reajustes.

Desejo receber **gratuitamente** e sem nenhum compromisso o catálogo de informações do Curso Completo de **Eletrônica, Áudio, Rádio e Televisão** das Escolas Internacionais. 8-X-35

Nome _____

Endereço _____

_____ nº _____

Bairro _____ CEP _____

Cidade _____ Estado _____

(Não desejando recortar a revista, envie uma carta com os dados acima.)

PERGUNTAS SUPERINTRIGANTES

AKTAR HUSSEIN / SIPA PRESS

Mantendo sem necessidade a tradição de seus remotos antepassados

Ossos

Por que os cães enterram ossos? *(Dílcio Barros, Belo Horizonte, MG)*

Esse é um comportamento que os cães parecem ter herdardo de seus ancestrais, os lobos, que, por questão de sobrevivência, enterravam o que sobrava das presas abatidas. Os cães também enterram os restos que não conseguem comer de uma só vez, embora, com a domesticação, isso há muito tenha deixado de ser útil à sua sobrevivência. ■

Cócegas

Por que sentimos cócegas quando tocamos a tela da televisão? *(Paulo Henrique L. Vieira, Porto Alegre, RS)*

O bombardeio de elétrons responsável pela formação de imagens acaba por estabelecer uma carga negativa que recobre por dentro a tela de TV. Ao tocarmos nela, reagimos como um fio terra, que retira a eletricidade do televisor. Então, os elétrons saltam para os dedos, produzindo pequenas faíscas que provocam cócegas. É mais fácil observar o mesmo efeito aproximando a cabeça da tela: os cabelos, fortemente atraídos pela carga negativa, ficam literalmente em pé. ■

Cirurgia

De que é feito o fio de costura cirúrgico? *(Marcello A. Mello, Rio de Janeiro, RJ)*

A matéria-prima dos fios depende de sua aplicação. Nas regiões do corpo de fácil cicatrização, utiliza-se o chamado categute, geralmente feito de tripa de carneiro e absorvido pelo organismo num prazo de três a sete dias. Para evitar inflamações no corte, usam-se fios sintéticos que demoram de três a quatro meses para serem absorvidos. Materiais como seda, algodão, náilon, propileno, polietileno, poliéster ou mesmo aço inoxidável são mais resistentes e, portanto, mais indicados em costuras internas, onde podem permanecer indefinidamente. ■

REGINALDO MANFUTT / AGÊNCIA ESTADO

Pressão faz chorar e salivar

Bocejo

Por que a boca e os olhos se enchem de água quando se boceja? *(Gualter A. Evaristo, Taubaté, SP)*

Durante o bocejo, abre-se muito a boca e o ar é inspirado profundamente, o que provoca uma espécie de contorção facial. A pressão que esse movimento exerce sobre as glândulas lacrimais e salivares, situadas respectivamente nos olhos e na boca, provoca lágrimas e aumento da salivação. ■

Para tirar suas dúvidas escreva para PERGUNTAS SUPERINTRIGANTES, Rua Geraldo Flausino Gomes, 61, CEP 04575, São Paulo, SP.

SERGIO JORGE JACOBOWITZ

Mais fria que a lâmpada comum

Lâmpada

Como funciona a lâmpada fluorescente? *(Cristina Giuffrida, São Paulo, SP)*

A fluorescência é uma das formas de converter energia em luz. Eletrodos nas extremidades de um tubo transparente geram uma corrente elétrica que emite radiação ultravioleta ao passar através de uma mistura gasosa de argônio e vapor de mercúrio. Essa radiação é absorvida pelo tungstato de magnésio ou pelo silicato de zinco, os materiais mais comuns que revestem o tubo, e é novamente irradiada em forma de luz. A lâmpada fluorescente é mais econômica do que a incandescente, pois, aquecendo-se menos, dissipa menos energia em forma de calor. ■

Armas

Qual a origem das armas de fogo? *(Maria Aparecida Ramos, Jundiaí, SP)*

A origem dessas armas é obscura, mas acredita-se que no século X da era cristã os chineses já conheciam a pólvora. Somente três séculos mais tarde começaram a usar para fins militares essa mistura de salitre, enxofre e carbono: tubos de bambu cheios de pólvora eram utilizados para lançar projéteis de pedra. Na mesma época, os árabes também desenvolveram uma arma semelhante, usando o ferro para reforçar a estrutura de bambu. Entretanto, alguns estudiosos afirmam que as armas de fogo só apareceram no começo de século XIV e atribuem sua invenção ao monge alemão Berthold Schwarz (1310-1384), o primeiro ocidental a conseguir fundir canhões de bronze. ■

Oscar

Por que o prêmio Oscar tem esse nome? *(Roberto Zanotell, Colatina, ES)*

O nome data de 1931, quatro anos depois de ter sido o prêmio instituído pela Academia de Artes e Ciências Cinematográficas de Hollywood. Começou com um comentário espontâneo de Margaret Herrick, então secretária da Academia. Ao ver uma cópia da estatueta em cima da mesa de um dos diretores, ela comentou: "Parece meu tio Oscar!" Um jornalista ouviu a observação e a publicou. E o nome pegou. ■

O. KURITA / GAMMA

Participantes ouvem tradutores

Tradução

Como ocorre a tradução simultânea de línguas nas reuniões internacionais? *(Fernando Viana, São Paulo, SP)*

Isolados em cabines, com fones de ouvido ligados a um equipamento com até oito canais de frequências diferentes, intérpretes ouvem apenas a voz dos conferencistas. Ao mesmo tempo, traduzem as falas, que são transmitidas aos receptores ligados a fones de ouvido, através de ondas de rádio diferentes para cada idioma. ■

Nada de irritações com a barba.

B&K

Azulen
O calmante da pele.

O creme Azulen d'O Boticário é elaborado a partir do Azuleno de Camomila, princípio ativo que refresca e acalma a pele.

O Boticário
produtos naturais

FÍSICA

O incrível salto do elétron

Uma partícula muda de órbita dentro do átomo, cruzando regiões em que o espaço nem poderia existir. Esse paradoxo da Mecânica Quântica passa pela prova da experiência com instrumentos cada vez mais precisos

Por Gerd Leuchs

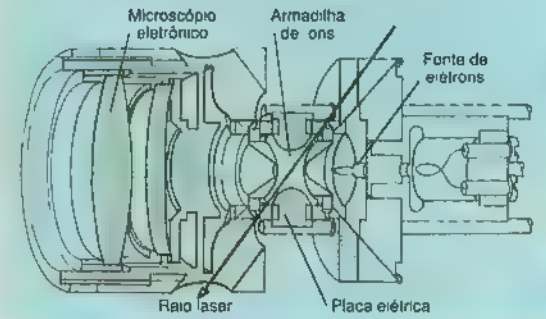
ILUSTRAÇÕES DE M.

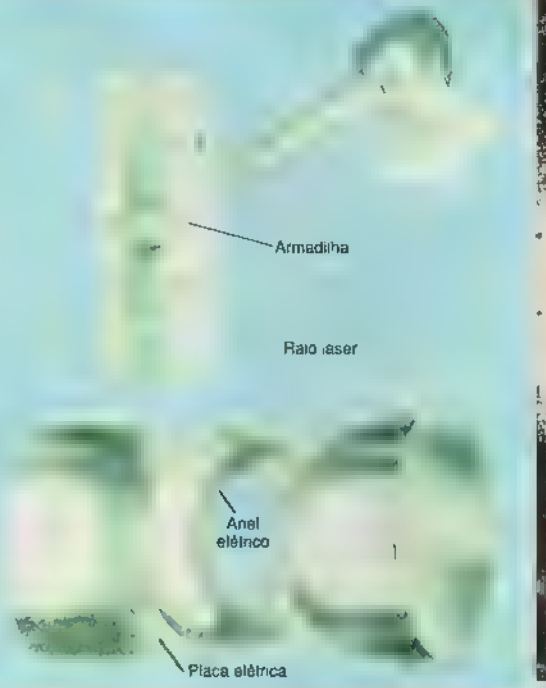
A órbita de um elétron é a região do átomo onde for mais provável encontrá-lo. Por idéias como essa a Mecânica Quântica desconcerta a ciência convencional

Gerd Leuchs é professor de Ótica Quântica do Instituto Max Planck, em Munique, Alemanha

Um átomo solitário brilha na gaiola

Não é fácil prender as irrequietas partículas atômicas, mas a armadilha esboçada abaixo é capaz de segurar um íon, isto é, um átomo carregado de eletricidade positiva. O íon é forçado a ficar entre duas placas de carga negativa que o atraem com a mesma força em duas direções opostas. Fixado na câmara, o íon energizado por um raio laser torna-se fluorescente, podendo ser observado por um microscópio eletrônico. As ilustrações à direita mostram a armadilha completa, com um anel metálico que ajuda a segurar o íon. Na página ao lado, vê-se a sua imagem fluorescente (seta) entre grandes manchas de luz criadas pelas cargas elétricas da gaiola





Mecânica Quântica tornou-se famosa por suas idéias heterodoxas, mas poucas causaram tanta confusão, historicamente, como o conceito de salto quântico. Criado pelo dinamarquês Niels Bohr, em 1913, sustenta que dentro de um átomo existem regiões proibidas — onde os elétrons não podem permanecer e, segundo algumas interpretações, nem mesmo atravessar. Os territórios proibidos pareciam simplesmente não existir, criando grande desconforto intelectual para os físicos da época. O paradoxo persiste, mas as revolucionárias descobertas tecnológicas das últimas décadas abriram uma nova perspectiva de pesquisa, pois com a sua ajuda tornou-se possível observar um único átomo no insondável momento em que um elétron realiza o salto quântico.

Por meio das novas experiências, os físicos procuram eliminar as dúvidas que no passado atormentaram os próprios criadores da Mecânica Quântica. Uma delas perguntava quanto tempo um elétron leva para dar o salto quântico — se ele não atravessa espaço algum, não deveria gastar tempo algum. Parece lógico, mas uma coisa não assegura a outra. O fato é que há uma demora, como se pode verificar observando a emissão de luz pelo elétron toda vez que este dá um salto quântico. Isso ocorre sempre que o elétron recebe um raio de luz, absorve a energia luminosa e passa de uma órbita mais próxima do núcleo atômico para outra mais distante. Em seguida, emite a energia absorvida, novamente na forma de um átomo de luz, e dá um salto quântico. É possível medir o tempo gasto entre o recebimento e a devolução da energia luminosa. Como esse tempo não é zero, parece claro que o salto quântico não é instantâneo.

Recentemente esse fenômeno foi testado por meio de uma experiência ao mesmo tempo curiosa e bizarra para o senso comum. Trata-se de enviar simultaneamente uma única partícula de luz, ou um fóton, ao longo de duas trajetórias diferentes. Parece bobagem pensar que um mesmo corpo possa estar em dois lugares ao mesmo tempo, mas assim é a Mecânica Quântica. E o pior é que ao final do trajeto o fóton interage consigo mesmo, produzindo o que se chama padrão de interferência. A explicação é que, nessa experiência, o fóton exibe uma de suas duas faces alternativas, deixando de se comportar como partícula e assumindo as feições de uma onda — uma transformação que lhe permite ao mesmo tempo espalhar-se pelo espaço, como se navegasse por duas rotas num só movimento, e também interferir consigo mesmo.

Então, como duas ondas de água que se encontram, pode haver um fortalecimento da ondulação se as duas cristas se sobrepuserem. Se, em vez disso, uma crista encontrar-se com um vale, as ondas acabarão por se cancelar mutuamente. O fóton, no melhor estilo quântico, interfere consigo mesmo: comporta-se como um conjunto de ondas e produz uma série de faixas claras, representando pontos onde as ondas se fortalecem, e de faixas escuras, representando pontos onde as ondas se cancelam. O objetivo dessa experiência é descobrir o que se denominou "comprimento de coerência", isto é, a maior diferença possível de trajetos sem prejudicar o padrão de interferência, pois quando um dos caminhos do fóton se torna muito maior que o outro a imagem fica difusa. Essa diferença de passo é uma indicação dos limites físicos do fóton.

Na prática, o esmaecimento da imagem de interferência, em virtude da diferença de trajetória, ocorre sempre que os caminhos diferem por uma distância de cerca de 3 metros. Essa seria a "largura" do fóton quando ele deixa a forma corpuscular e sua energia flutua no espaço como uma onda; a distância representa um período de tempo de cerca de 3 bilionésimos de segundo: o tempo que a própria luz levaria para percorrê-la. Esse é o prazo que o elétron levaria para emitir um fóton depois de dar um salto quântico. Portanto, a experiência fornece uma medida moderna do antigo paradoxo, em que o salto em si não toma tempo real, mas a emissão de luz demora a ocorrer.

Pode-se entender melhor por que o criador do salto quântico tinha dúvida sobre sua invenção e por que outros de seus companheiros, como o austríaco Erwin Schrödinger, não queriam nem ouvir falar dela. Na época, Schrödinger expôs o seu descontentamento publicamente. "Se for para ficar com essa história dos malditos saltos quânticos", investiu, "eu lamentarei ter perdido o meu tempo com a teoria quântica." Depois disso, muitos pesquisadores modernos passaram a evitar a expressão original de Bohr para não se meter em confusões conceituais. É melhor não pensar nesse problema, raciocinavam, pois de qualquer maneira é impossível observar a emissão de um único fóton por um único átomo.

No entanto, depois de observar a interferência de um fóton solitário, os físicos acabaram aprendendo a isolar um átomo utilizando uma armadilha difícil de operar, mas que afinal deu resultado. O primeiro a trabalhar seriamente nessa direção, há quarenta anos, foi o alemão Wolfgang Paul, professor da Universidade de Bonn. No ano passado, ele recebeu o Prêmio Nobel por sua obra na área da Ótica Quântica. [Não confundir com o austríaco Wolfgang Pauli (1900-1958), Prêmio Nobel de Física em 1945] Paul imaginou uma armadilha para aprisionar um átomo eletricamente desequilibrado, no qual a falta de um ou mais elétrons cria um excesso de cargas positivas, concentradas no núcleo. Assim, se poderia aprisionar esse átomo carregado — ou íon, segundo o jargão técnico — por meio de forças magnéticas.

O aparelho de Paul era composto por duas conchas metálicas montadas a uma certa distância uma da outra, ambas com carga negativa. Entre elas havia um anel carregado positivamente e no seu centro se esperava fixar o íon. Inicialmente, ele seria atraído pelas placas. Mas, antes que percorresse a distância completa, a polaridade das placas seria invertida, repelindo-o. Assim sucessivamente, de modo a impedir que a partícula saísse do centro do anel. A

Um salto na ciência

Grande parte das dores de cabeça geradas pela Física moderna decorre da enorme distância em que o mundo atômico se encontra do mundo cotidiano. Tudo que se passa no interior de um átomo — uma esfera inimaginavelmente pequena cujo raio é 10 milhões de vezes menor que 1 milímetro — tem de ser medido a uma distância imensa do local onde ocorre, portanto, de modo extremamente indireto. Foi assim que se chegou ao valioso, porém paradoxal conceito de salto quântico, há quase oitenta anos. Esses saltos atômicos eram uma hipótese ousada, a tal ponto que Einstein a considerou "um milagre". Mas com ela foi possível dar uma resposta a fenômenos até então inexplicáveis, como a emissão de luz pelos átomos, fundando uma teoria imbatível ainda hoje. É certo que não se pode descrever com detalhes o salto do elétron, mas isso não torna a hipótese uma forma de conhecimento inferior a qualquer outra. Trata-se apenas de uma etapa — um salto — no curso vivo da ciência. Com o tempo, sucessivos experimentos mais precisos poderão fornecer pistas para uma nova teoria do átomo, menos assaltada por paradoxos como os que deixam muitos pesquisadores em situação de desconforto quando incursionam pelos territórios quânticos. **F.D.**

principal dificuldade dessa operação é descobrir se realmente há uma partícula aprisionada na armadilha. Paul trabalhou com um elétron e não com um íon, porque o elétron é muito leve e portanto mais rápido; seu movimento pode ser captado pelo anel que, nesse caso, age como uma simples antena.

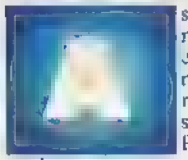
Muitos anos depois o mesmo feito foi obtido por uma equipe de físicos da Universidade de Seattle, nos Estados Unidos, chefiada pelo alemão naturalizado americano Hans Dehmelt, também ganhador do Nobel em 1989 junto com Paul. Nessa nova tentativa foi possível manter cativo um elétron pelo longo período de um ano. Gerald Gabrielse, colega de Dehmelt, afirmou, brincando, que já tinha desenvolvido um sentimento de intimidade com o elétron cativo quando, por acidente, uma queda de tensão desarmou a arapuca e levou a experiência de roldão. De todo modo, o objetivo real da equipe era capturar um íon, o que se tornou possível com a ajuda de um laser. Por incrível que pareça, o laser é capaz de reduzir a mobilidade do íon, ao mesmo tempo em que fornece energia para os saltos quânticos dos elétrons no seu interior.

A equipe e os aparelhos que flagraram os furtivos saltos quânticos

O truque é feito da seguinte maneira: o feixe de laser é ajustado para emitir fótons com energia um pouco menor do que a necessária para o salto quântico; assim, quando a luz atinge um dos elétrons, basta apenas um pequeno acréscimo de energia para que ele mude de órbita. Esse acréscimo acaba saindo da energia de movimento do íon, que fica um pouco menos agitado e um pouco mais prisioneiro no interior do anel. Ao mesmo tempo, o elétron que saltou permanece numa órbita superior até emitir um fóton e voltar ao estado anterior, "não-excitado", como dizem os físicos. A luz emitida pelo elétron é chamada fluorescência e é possível vê-la através de um microscópio, onde o íon aparece como um ponto pequeno e bem claro.

Também é possível calcular quantos fótons fluorescentes o íon emite por segundo, obtendo-se por tabela o tempo de permanência do elétron na órbita superior. Estimase o número de fótons absorvidos pelo íon na casa dos 100 milhões por segundo, gerando novamente o tempo de 10 bilionésimos de segundo para o prazo que o elétron demora a emitir luz. Posteriormente a experiência foi aprimorada com o emprego simultâneo de dois feixes de laser, um de baixa energia e outro de alta energia. O objetivo então era forçar dois saltos quânticos: um para uma órbita relativamente baixa, onde o tempo de permanência é curto, outro para uma órbita bem acima, onde o tempo de permanência pode chegar a 1 segundo — portanto, bilhões de vezes mais demorado que o primeiro.

O resultado é que na maior parte da experiência observa-se a luz fluorescente gerada nas órbitas de vida curta. Muito raramente ocorre um salto de alta energia e de vida longa, com a emissão de um único fóton, impossível de ver. Essa transição, portanto, é denunciada por uma ausência de luminosidade fluorescente, permitindo, pela primeira vez, comparar dois saltos quânticos num único átomo e medir a demora da emissão em cada circunstância. O resultado é bem diverso das experiências em que muitos átomos são observados simultaneamente, quando a fluorescência varia de modo muito gradual conforme a vida curta ou longa dos saltos quânticos. Quando um átomo isolado está presente, a variação na intensidade de luz às vezes é brusca, às vezes é gradual.



As experiências geraram muita animação entre os cientistas, mas ainda é cedo para uma palavra final sobre seu significado. Parece certo que em qualquer caso a emissão de fótons sempre demora algum tempo e nunca é imediata, como seria de esperar de acordo com o conceito tradicional dos saltos quânticos. Por isso mesmo, alguns cientistas que defendem a idéia original acham excesso de pretensão tentar comparar dois saltos quânticos diferentes dados pelo mesmo elétron, ora em direção a uma órbita de vida curta, ora em direção a uma órbita de vida longa. A própria meta dos experimentos, portanto, seria absurda, daí as transições inesperadas na intensidade de luz.

Apesar disso, as experiências certamente mostraram um horizonte totalmente novo no obscuro interior do átomo, desde então observado individualmente e não mais aos magotes de incontáveis milhões. De início, essa perspectiva abre espaço para um sem-número de especulações, como, por exemplo, a idéia de que o tempo subatômico talvez não tenha um fluxo suave como aquele com o qual o homem está acostumado. O próprio tempo poderia dar saltos, elucubram alguns. O surgimento dessas idéias, no entanto, significa apenas que as novas habilidades da Física pavimentam o caminho para muitas outras experiências, cada vez mais reveladoras sobre a natureza da matéria. ■

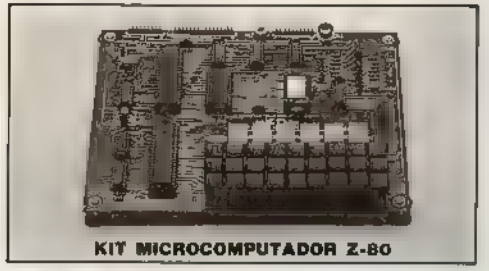
Para saber mais

QED — A estranha teoria da luz e da matéria, Richard Feynman, Gradiva, Lisboa, 1988

A procura do gato de Schrödinger, John Gribbin, Editorial Presença, Lisboa, 1986

A "OCCIDENTAL SCHOOLS" OFERECE "SUPERCURSOS".

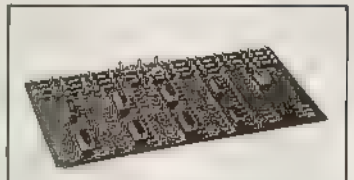
Chegando junto com a tecnologia de ponta!



KIT MICROCOMPUTADOR Z-80

Da mesma forma como o fizera com o primeiro kit de televisão produzido no Brasil, novamente a **Occidental Schools®** se antecipa no mercado, agora com o lançamento dos cursos na área da Informática e do revolucionário Kit de Microcomputador Z-80.

Kit digital — Além deste moderno equipamento, a **Occidental Schools®** possui também um avançado Kit de Eletrônica Digital, inicialmente previsto para 50 experiências. O número de experiências poderá ser ampliado, de acordo com a capacidade de assimilação e criação de seu operador.

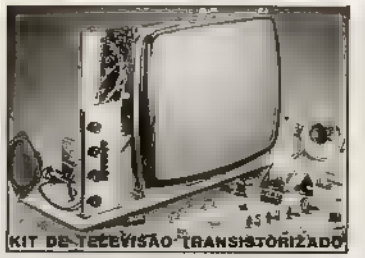


KIT DIGITAL AVANÇADO

Este e outros kits mais, são partes integrantes dos cursos técnicos intensivos, por correspondência, da **Occidental Schools®**, onde teoria e prática se somam, dando ao aluno plenas condições de dominar os circuitos eletrônicos em geral, **num curto espaço de tempo.**

Assim, por exemplo, no curso de televisão P&B/Cores, enquanto o aluno fica familiarizado com o funcionamento dos circuitos —técnicas de manutenção e reparos—, tem ainda a oportunidade de montar o único televisor transistorizado, em forma de kit, produzido no Brasil!

Valor do investimento — A esta altura, você deve estar se indagando a que preço saíram o repasse destas tecnologias e equipamentos. O valor dos mesmos, se equipara aos dos modelos similares produzidos em escala comercial. Isso, sem considerar que ao concluir o curso, mais que um usuário, você estará especializado numa área que poderá, inclusive, lhe proporcionar consideráveis rendimentos. Depende só de você



KIT DE TELEVISÃO TRANSISTORIZADO

Informações detalhadas — Para atingir o grau de credibilidade e a incontestável liderança no segmento de cursos técnicos especializados, a **Occidental Schools®**, sempre se preocupou em bem informar a seus alunos, antes mesmo da efetivação da matrícula. Afinal, num curso por correspondência é importante você saber, antecipadamente, quem são e o que fazem as pessoas que prometem êxito em seus estudos.

Sendo assim, solicite pessoalmente maiores informações em nossos escritórios, por telefone ou, simplesmente, utilizando a nossa caixa postal com o cupom abaixo. Qualquer que seja o meio utilizado, teremos o máximo prazer em lhe atender. Conte desde já conosco!

OCCIDENTAL SCHOOLS ®
Av. São João, 1588 - 2.º s/loja
01260 - São Paulo - SP
Telefone: (011) 222-0061

OCCIDENTAL SCHOOLS®
CAIXA POSTAL 30.663
01051 SÃO PAULO SP

Desejo receber **gratuitamente** e sem nenhum compromisso, catálogos ilustrados do curso que assinalo a seguir

☐ Eletrônica	☐ Eletrotécnica	☐ Programação Basic
☐ Áudio e Rádio	☐ Instalações Elétricas	☐ Microprocessadores
☐ Eletrônica Digital	☐ Refrigeração e Ar Condicionado	☐ Análise de Sistemas
☐ Televisão	☐ Programação Cobol	☐ Software de Base

S-L-35

Nome _____

Endereço _____

Bairro _____

CEP _____ Cidade _____ Estado _____

FOTOGRAFIA

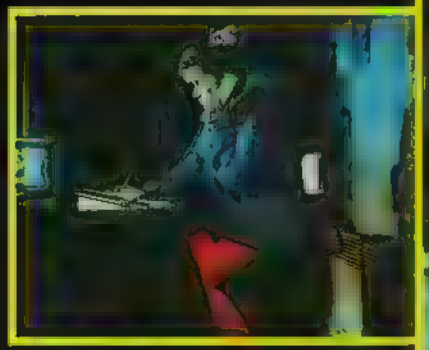
IMAGENS QUENTES

Substituindo a luz visível por calor, a termografia permite retratar até mesmo o ar. Essa técnica tornou-se uma ferramenta de precisão nas mais diversas atividades

Tudo o que certos fotógrafos esperam é uma calorosa recepção de imagens, bem entendido. São os caçadores de fotos termográficas, aquelas criadas por computadores a partir do fraco calor emitido pelos seres vivos ou por qualquer material. Eles podem ser encontrados nos mais diferentes laboratórios, de hospitais a avançados centros de pesquisas. Conhecida desde 1950, essa tecnologia baseia-se num espectro de luz abaixo dos limites visíveis, a radiação infravermelha, descoberta ainda em 1800 pelo astrônomo alemão naturalizado inglês William Herschel (1738-1822). Ao contrário do processo fotográfico comum, que depende dos raios de luz visíveis refletidos pelos objetos, a termografia vale-se da radiação térmica

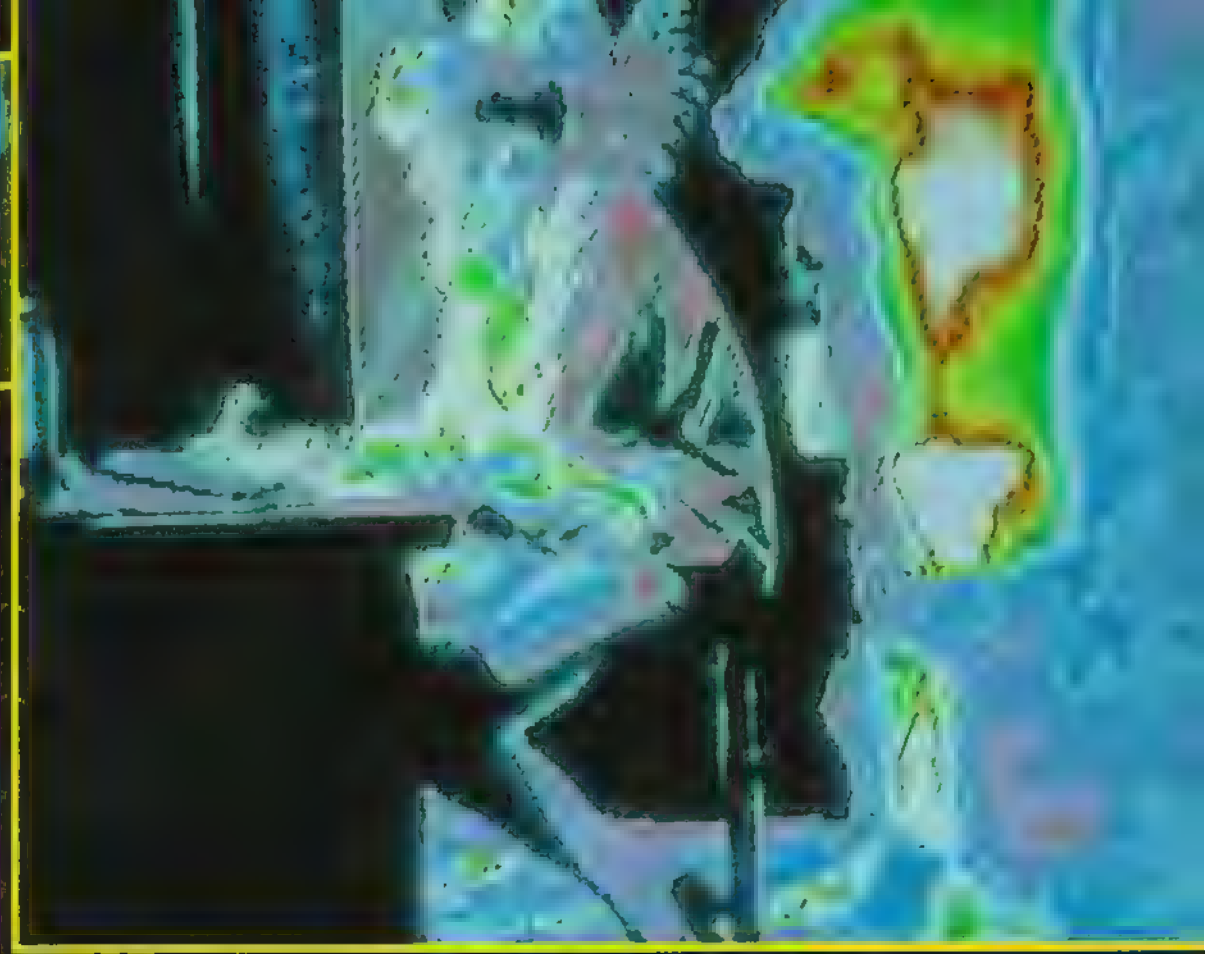
A direção do vento dentro de um carro aparece em vermelho na foto maior, que capta o calor emitido pelo sistema de ventilação (à esquerda, na foto menor)

A metade direita da imagem, obtida por termografia, ilustra o uso dessa técnica em Medicina: o registro do calor do sangue, por exemplo, pode indicar tumores



O ar que sai do aquecedor atrás da mulher (foto menor) pode ser visto na foto maior como uma forma vermelha; o predomínio do azul indica que o ambiente continua frio

Um jato de ar frio, colorido por laser, dirigido para o rosto de um manequim (foto menor), aparece redesenhado por um computador de acordo com as variações de temperatura



Laser faz o vento visível

emitida pelo movimento normal das moléculas que compõem os materiais na forma de raios infravermelhos.

Em lugar do papel sensível à luz, termômetros especiais com gases congelados próximo ao chamado zero absoluto, 273°C negativos (no qual cessa todo movimento das moléculas) registram essas mínimas variações de temperatura. Na verdade, doses mais altas de raios infravermelhos chegam a provocar um leve aquecimento na pele e são muito úteis no tratamento de contusões musculares — com o calor, os tendões relaxam e voltam a funcionar sem dor. O claro e escuro das imagens convencionais é representado nesse sistema por um código de cores, definido por computadores em função das leituras ponto-a-ponto do termômetro. Geralmente, quanto mais quente a área lida, mais a cor tende ao vermelho. A termografia teve uma acolhida calorosa nos mais diversos campos. Durante a Segunda Guerra Mundial, por exemplo, foi desenvolvido um binóculo que usa esse sistema para permitir que se enxergue melhor à noite.

Um canhão de elétrons, parecido com aquele utilizado nos televisores, converte em imagens os sinais de eletrodos sensíveis à luz infravermelha de uma lâmpada especial. Aparelhos de detecção desse tipo de luz também são usados em mísseis teleguiados para dirigir os projéteis a alvos quentes. "No campo da Medicina as imagens termográficas servem para identificar a evolução de tumores no organismo", lembra o oncologista Flávio Franco Montoro, dono de uma das poucas clínicas brasileiras que fazem esse tipo de exame. As células cancerosas desprendem mais calor que as saudáveis, pois são mais irrigadas de sangue, cujas células de defesa tentam destruí-las. Como o sangue é quente, um trecho mais vermelho que o normal pode ser sinal de câncer. Os engenheiros mecânicos, de seu lado, descobriram na termografia um método seguro de analisar o ponto de fadiga das máquinas e estruturas. O princípio é simples: o desgaste provoca aumento na vibração e conseqüentemente na temperatura dos componentes metálicos. A cerca de 800 000 metros de altura, as antenas do satélite francês Spot captam desde 1986 as radiações infravermelhas do solo, da vegetação e mesmo da atmosfera brasileira, compondo preciosas fotos.

Essa radiação, um conjunto de ondas eletromagnéticas, é codificada e retransmitida para outra antena em Cuiabá, no Mato Grosso, e daí para o Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe), em São José dos Campos, São Paulo. De acordo com o interesse, um computador em terra pode selecionar ou as imagens de minerais do subsolo, ou de desmatamentos ou de chuvas e ventos. "Assim, é possível localizar áreas de seca ou plantações esgotadas", exemplifica o engenheiro Antônio Tebaldi Tardin, responsável pelo sensoreamento remoto no Inpe. "A vegetação com pouca água e sem vida envia menos sinais e é mais escura nos gráficos." Mas o que aconteceria se uma foto desse tipo fosse feita em casa, com leves correntes de ar? Essa é a pergunta que os técnicos franceses procuraram responder com a criação do Centro Técnico para as Indústrias Aéreas e Térmicas (Cetiat), na Universidade de Orsay, perto de Paris, onde se estuda o movimento das correntes de ar.

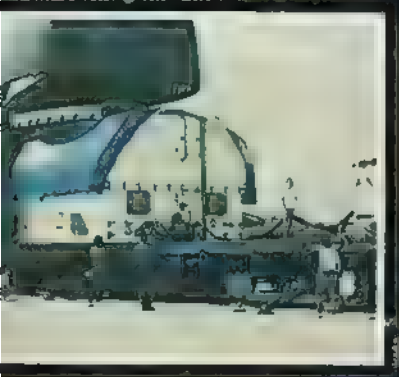
O objetivo dos cerca de cinqüenta engenheiros do centro é resolver problemas cotidianos bastante comuns, como o das secretárias que suportam correntes de ar condicionado nas costas; cozinheiras que sufocam com o vapor das panelas, ou motoristas que transpiram enquanto têm os pés congelados. Os métodos de termografia laser empregados ali em estudos da aerodinâmica de carros, aeronaves e sistemas de ar condicionado são considerados únicos no mundo.

Para tornar o vento visível, os técnicos borrifam água próximo à fonte de ar e iluminam o local com finíssimos raios laser. A massa de ar torna-se então uma espécie de fluido colorido, cujos movimentos são gravados por uma câmara de vídeo ligada ao computador. Este analisa as diferenças de luminosidade, converte-as em códigos binários e dispõe na tela um retrato fiel e em cores da corrente de ar. Tão certo deu a idéia que já está sendo utilizada na climatização do novo Teatro de Ópera da Bastilha, em Paris, e para resolver os problemas de ventilação do metrô de Caracas, na Venezuela. ■

Luiz Guilherme Duarte

DEPOIS DO HUBBLE

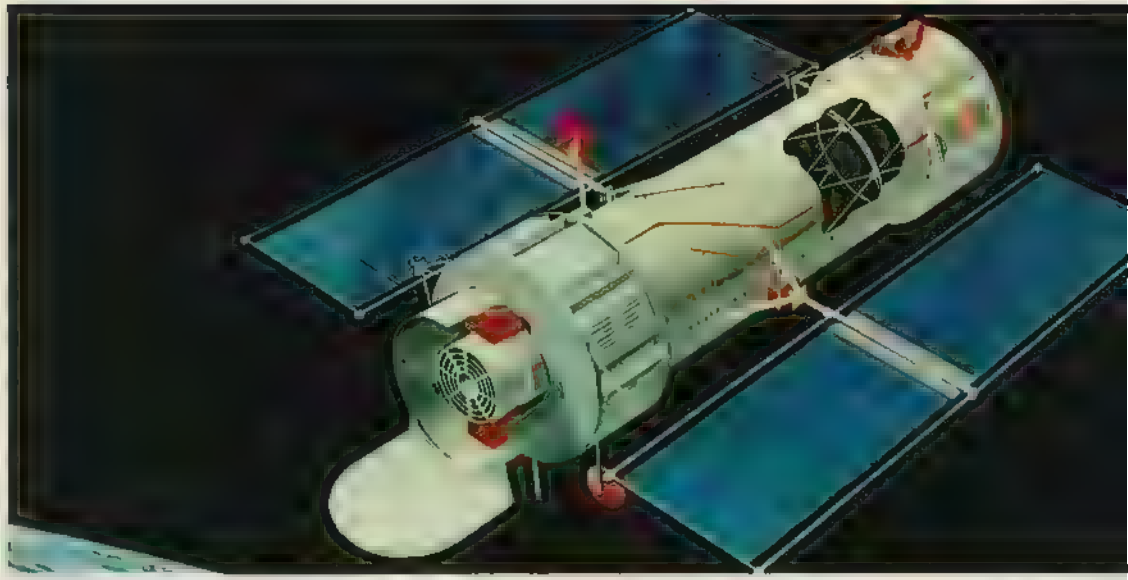
Três poderosos instrumentos estão na lista de espera para entrar em órbita e fazer companhia ao Telescópio Espacial Hubble. Através deles, será possível espiar na intimidade distantes corpos celestes e, quem sabe, esclarecer antigas dúvidas



O satélite Gamma Ray Observatory aguarda no hangar da NASA (foto abaixo) o lançamento, previsto para novembro. Em órbita, irá captar radiações de alguns dos fenômenos mais bizarros do Universo

Apesar de ter funcionado só de janeiro a novembro de 1983, o IRAS (sigla em inglês para Satélite Astronômico Infravermelho) pode ser considerado um dos mais fecundos instrumentos criados pelo homem para a pesquisa do Universo. Capaz de localizar uma lâmpada de 20 watts em Plutão, o planeta mais afastado do sistema solar, ele ajudou a descobrir galáxias explosivas, estrelas recém-nascidas, gigantes vermelhas, pequenos asteróides e possíveis formações planetárias fora da órbita do Sol. Um volumoso catálogo, contendo a localização de meio milhão de fontes infravermelhas, é um dos muitos resultados de sua extraordinária atividade. Representa para os astrônomos, familiarizados com as coordenadas de ascensão e declinação (as medidas de localização dos astros), o mesmo que um guia nas mãos de um turista recém-chegado a uma metrópole desconhecida.

Satélite Roentgen: primeiro passo para medir a radiação X de estrelas



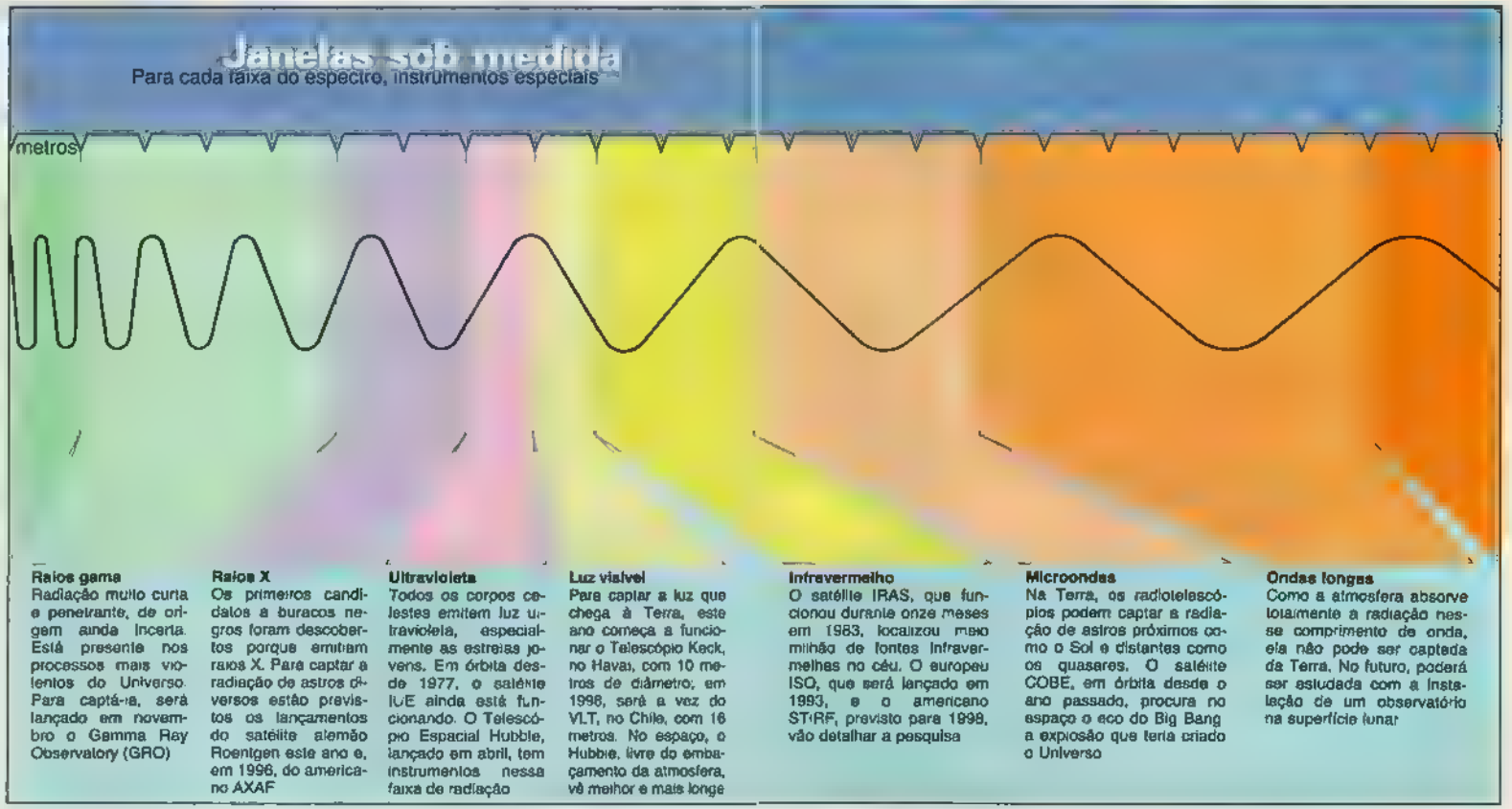
Observatório AXAF: com lançamento previsto para 1996, multiplicará por 100 a resolução do primeiro telescópio de raios X

O Cosmo, visto de muitos modos e em várias direções

Só que esse instrumento utilíssimo não contém informações suficientes para se conhecer a geografia ou a história do Cosmo. Na verdade, nenhum instrumento, fincado na terra ou em órbita no céu, tem condições para tanto. Mas, juntando os pedacinhos obtidos em diferentes comprimentos de ondas de energia eletromagnética, os astrônomos pretendem ampliar ao máximo os limites do seu conhecimento. Até meados do século, eles apenas podiam usar telescópios na luz visível, mesmo assim, descobriram que a Via Láctea está longe de ser a única galáxia do Universo. Hoje, com o desenvolvimento da tecnologia espacial, que possibilita o uso de freqüências mais altas, como os raios gama, raios X e ultravioleta, e de mais baixas, como o infravermelho e o rádio, os limites do Cosmo conhecido foram estendidos quase até o Big Bang, a presumível explosão colossal, há 15 bilhões de anos, que teria dado origem a toda a matéria.

Pensando nisso, a NASA está preparando o terreno para, no próximo século, perscrutar o céu em todas as direções e de todas as maneiras. Para isso, deve lançar ao espaço nos próximos dez anos três grandes observatórios, que se juntarão ao comentadíssimo Telescópio Espacial Hubble, em órbita a 550 mil metros de altura desde abril último. O Hubble teve uma partida atribulada, marcada pelos sucessivos reveses nos foguetes americanos, mas já em maio começou a mandar para as estações terrestres as suas primeiras fotos experimentais. Com esse supertelescópio se pretende enxergar o espaço com uma nitidez sete vezes maior do que qualquer outro equipamento já construído pelo homem (SUPERINTERESSANTE número 11, ano 3). Sensível não só à luz visível como também ao ultravioleta e a uma parte do infravermelho, o Hubble pode contemplar astros 350 vezes mais obscuros do que os conhecidos hoje. Espera-se que ajude a explicar a origem dos quasares que brilham a bilhões de anos-luz da Terra.

Tão poderosos nas suas especialidades quanto o Hubble na dele, estão na lista de espera dos foguetes transportadores os telescópios Gamma Ray Observatory (GRO), para a captação de raios gama, Advanced X-Ray Astrophysics Facility (AXAF), que detecta raios X, e Space Infrared Telescope Facility (SITF), funcionando no infravermelho. A nave espacial Columbia deveria ter sido lançada em julho transportando um complexo telescópio chamado Astro-1, com instrumentos na frequência do ultravioleta e de raios X. Essa nova geração de instrumentos não vai aposentar os seus parentes terrestres. Ao contrário, explica o astrofísico Oscar Matsuura, da Universidade de São Paulo, "o avanço na tecnologia espacial cria a necessidade de mais observações no solo". Nos próximos dois anos, Matsuura vai observar com



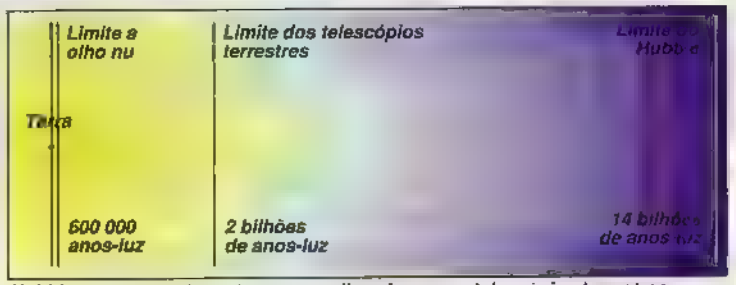
SUPER AGOSTO 1990

Na mira, o núcleo dos quasares

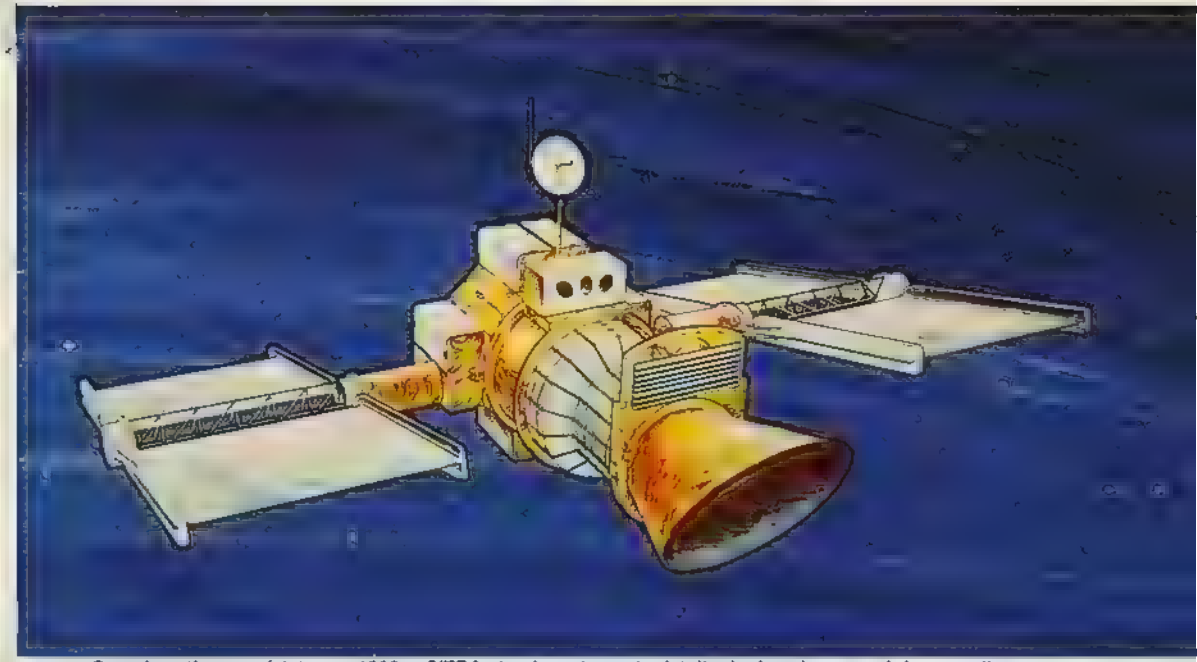
um telescópio ótico alguns milhares de corpos celestes identificados pelo IRAS, o satélite infravermelho, no céu do Hemisfério Sul.

Operando além dos limites da atmosfera terrestre, que embaça a luz visível e bloqueia quase todos os comprimentos de onda, os telescópios espaciais têm realmente uma visão mais completa do Cosmo. Mesmo comparando com as imagens obtidas nos observatórios isolados no alto das montanhas, suas fotos são mais nítidas e, por causa do contraste com o fundo escuro do céu, possuem a capacidade de captar brilhos muito fracos. Apesar disso, o custo dos equipamentos espaciais e o risco de defeitos irreparáveis em órbita contribuem para fortalecer o desenvolvimento de programas terrestres. Pode-se acrescentar que, ultimamente, os avanços na Engenharia Eletrônica e na Informática têm contribuído para incentivar mais as pesquisas ao rés do chão.

Estrela binária vista por telescópio no solo (à esquerda) e pelo Hubble



Hubble enxerga o céu sete vezes melhor do que os telescópios terrestres



Quando estiver em órbita, em 1998, o SITF fará o levantamento detalhado de galaxias no infravermelho

Aguarda-se a instalação do maior telescópio terrestre

Durante várias décadas, os maiores telescópios terrestres foram o soviético Zelenchukskaya, com 6 metros de diâmetro, construído no Cáucaso, e o de Monte Palomar, com 5 metros, na Califórnia. Até recentemente, não se acreditava possível construir um espelho côncavo maior e portanto mais pesado. Mas duas universidades americanas aceitaram o desafio e estão terminando de instalar no Monte Mauna Kea, um vulcão extinto no Havaí, o telescópio Keck, de 10 metros de diâmetro. Em vez de um espelho inteiriço, ele é composto de 36 segmentos hexagonais, cada um com 1,8 metro de diâmetro, separados à distância de 3 milímetros. Um complexo sistema de sensores informa ao computador cada mudança de forma e de alinhamento do espelho e aquele envia instruções de volta para reajustar o conjunto, de modo a compensar os efeitos da gravidade, da temperatura e das oscilações atmosféricas. Como resultado, o telescópio apresenta imagens quase tão nítidas quanto as dos instrumentos espaciais.

No entanto, o reinado do Keck como o maior telescópio do mundo não durará muito tempo. O consórcio de países do European Southern Observatory (ESO), ou Observatório Europeu do Sul, deve completar em 1998 um complexo de quatro telescópios de 8 metros cada um, em La Silla, no Chile. O VLT, sigla em inglês de Telescópio Muito Grande, poderá usar os instrumentos separados ou juntos. Nesse último caso, produzirá uma imagem equivalente à de um espelho de 16 metros, tirando fotos de corpos celestes dez vezes mais tênues do que aqueles captados pelo maior telescópio soviético. Em La Silla, um dos lugares mais secos e claros do mundo, no deserto montanhoso de Atacama, já operam treze telescópios óticos e um radiotelescópio.

Um deles, o NTT, que significa em português Telescópio de Nova Tecnologia, manda suas imagens por satélite para o centro científico da ESO em Garching, nos arredores de Munique, na Alemanha. Segundo o astrofísico José Antônio de Freitas Pacheco, diretor do Instituto de Astronomia e Geofísica da USP, o telescópio de 2 metros que a universidade pretende instalar no Chile também transmitirá suas imagens para São Paulo via satélite *(veja quadro)*

Se tudo correr como prevê o calendário da NASA, em novembro próximo partirá o ônibus espacial Columbia, levando em seu compartimento de carga o Gamma Ray Observatory (GRO). Seus quatro instrumentos vão captar uma forma de energia tão rara e tão penetrante que percorreu o espaço durante bilhões de anos antes de chegar à Terra; felizmente, porém, foi bloqueada pela atmosfera. Os primeiros satélites de raios gama, lançados pelos Estados Unidos no final da década de 60, serviam para monitorar explosões nucleares. Mas, logo que começaram a operar, descobriram emissões que se calculava serem 100 000 vezes mais poderosas do que as radiações solares.

"Satélites como o GRO que, por sinal, têm sensibilidade 10 000 vezes maior do que seus antecessores, captam fenômenos de transferência violenta de energia", ressalta o astrofísico João Braga, do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), que há anos estuda raios gama, captados em detectores a bordo de balões. "Supõe-se que isso ocorre quando uma estrela envelhece e esgota o seu combustível nuclear", explica ele. "O núcleo se contrai e ela se transforma numa estrela de nêutrons ou, conforme a massa, num buraco negro." O GRO também vai observar regiões do Universo que podem ser os núcleos dos quasares, onde a temperatura chega a 1 bilhão de graus — um valor que, como tantos outros em Astronomia, escapa ao entendimento humano.

Do eco do Big Bang à foto do centro da nossa galáxia

Há três anos, um colega de Braga no INPE, o astrofísico João Steiner, usou dados do satélite HEAO (High Energy Astronomical Observatory), de captação de raios X (uma forma de radiação que, como os raios gama, não se propaga na atmosfera). Combinados com os informes do IRAS e de observações na faixa ótica, tais dados permitiram-lhe descobrir 25 quasares de perfil — até então eram conhecidos apenas seis astros nessa posição. O telescópio AXAF, de raios X, com lançamento marcado para 1996, deve multiplicar por 100 a resolução do HEAO. "Todos os corpos celestes emitem raios X e alguns deles, como os candidatos a buracos negros, foram descobertos nessa faixa de radiação", entusiasma-se Steiner, antevendo as perspectivas do

Olhos paulistas no Chile

Há vários anos, os astrônomos da Universidade de São Paulo sonham com a instalação, em algum lugar de clima seco e céu claro, de um telescópio de bom tamanho para o estudo dos astros. O maior observatório brasileiro, em Brasópolis, sul de Minas, oferece em média apenas 150 noites úteis por ano, arduamente disputadas pela centena de profissionais do país. Agora, com o acordo assinado entre o governo do Estado de São Paulo e a empresa alemã Zeiss, aquele sonho fica mais próximo da realidade. A Zeiss fornecerá um telescópio de 2 metros, que usa a combinação ótica de dois espelhos, dotado do mesmo sistema que permite aos mais modernos telescópios corrigi-los segundo as oscilações da atmosfera.

Em contrapartida, o Instituto de Astronomia e Geofísica (IAG) e a Escola Politécnica, ambos da USP, montarão a estrutura para o funcionamento do telescópio, que pode ser numa torre de 20 metros de altura, a cúpula e o sistema de aquisição de dados. O custo total do projeto é da ordem de 10 milhões de dólares, a metade comprometida na compra do equipamento. Como os melhores sítios para a observação dos astros no Hemisfério Sul ficam na Cordilheira dos Andes, os astrônomos pretendem instalar o novo telescópio na mesma região chilena onde já existem observatórios americanos e europeus. O equipamento será operado a distância, via satélite, para que ninguém precise abalar-se de São Paulo cada vez que quiser perscrutar os céus. "O telescópio não será exclusivo dos cientistas da USP", ressalva o diretor do IAG, astrofísico José Antônio de Freitas Pacheco. "Quem tiver um bom projeto de pesquisa será bem-vindo."

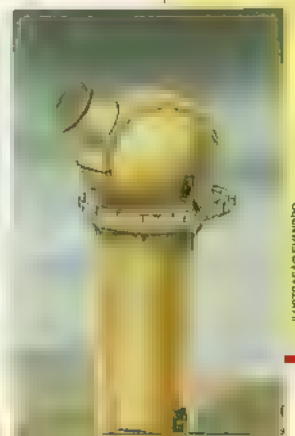


ILUSTRAÇÃO EW/KRO

Projeto da USP: torre de 20 metros

A busca de planetas distantes

AXAF. Antes desse supertelescópio, deve entrar em órbita o satélite alemão Roentgen, para medir a radiação X de estrelas, restos de supernovas, galáxias e aglomerados de galáxias.

No ultravioleta, esperam-se novidades do Hubble, que conta com um espectrógrafo para medir a composição química de corpos celestes e de matéria em volta de estrelas muito quentes. Pode estar aí uma indicação para a existência de planetas até agora desconhecidos fora do sistema solar. O astrofísico Ramiro De La Reza, boliviano naturalizado suíço, que trabalha no Observatório Nacional do Rio de Janeiro, observou há pouco tempo um fato peculiar. Algumas estrelas gigantes, respeitáveis senhoras de meia-idade na cronologia astral, tinham em sua composição lítio, elemento químico muito reativo que se supunha estar presente apenas nas suas irmãs mais jovens. Com o auxílio do IUE (International Ultraviolet Explorer), lançado em 1977 e ainda em funcionamento, De La Reza pretende investigar a natureza desses astros. "Pode ser que o lítio não tenha sido detectado neles, mas em planetas ao redor", especula.

Em 1998, a NASA pretende lançar o SITF, o telescópio no infravermelho que completará o trabalho do IRAS. Embora tenha se revelado tão útil, o IRAS fez apenas uma varredura geral do céu, sem se deter em nenhum astro em particular. O SITF, com uma sensibilidade 1 000 vezes maior, deve estudar a formação de estrelas e galáxias. Outro satélite, este de origem européia, o Infrared Space Observatory (ISO), que deverá ser lançado daqui a três anos, pretende investigar as atmosferas dos planetas gigantes, de alguns cometas e de proto-estrelas.

Embora não pertença à lista dos grandes satélites, o observatório americano Cobe, sigla em inglês de Explorador de Radiação Cósmica de Fundo, pode ser considerado uma das novidades desses tempos de tecnologia astronômica espacial. (SUPERINTERESSANTE número 4, ano 4). Produto da radioastronomia, a captação da radiação na faixa de microondas, o Cobe procura no espaço o eco distante do Big Bang. Enquanto não o acha, já conseguiu fotografar o centro da Via Láctea, inacessível aos olhares terrestres devido à grande quantidade de matéria que ali se acumula. Dois pequenos radiotelescópios também estão sendo preparados pelos soviéticos para entrar em órbita em data não revelada. Não se sabe igualmente quando os exploradores do espaço se atreverão a construir um telescópio naquele que é considerado o melhor local para a observação astronômica: a face oculta da Lua (*quadro*)

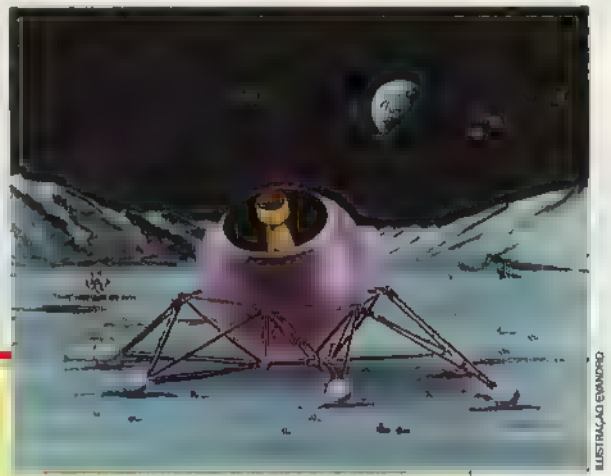


ILUSTRAÇÃO EVANDRO

Concepção artística de imaginários telescópios na Lua: custo igual a trinta Hubbles

Idéia do mundo da Lua

Não contentes em instalar grandes telescópios no topo de montanhas na Terra ou colocá-los em órbita no espaço, os astrônomos mais imaginativos do Primeiro Mundo querem colocá-los ainda além — na face oculta da Lua. Um projeto desenvolvido pela NASA trata da montagem, ali, de trinta telescópios de 1,50 metro de diâmetro, formando uma rede cuja imagem equivaleria à de um espelho de 10 quilômetros. Com essa estrutura, os astrônomos calculam que se poderia avistar torrões de açúcar numa xícara de café na Terra. Os equipamentos seriam também capazes de perceber formas na escala de 10 metros no planeta Marte e ainda detectar eventuais planetas semelhantes aos do sistema solar em volta de outras estrelas, analisar a superfície dos grandes astros mais próximos e o conjunto de galáxias distantes.

Essa rede telescópica se beneficiaria de uma vantagem que nenhum observatório, no solo ou no espaço, tem. Como a Lua completa uma órbita ao redor do planeta em 27 dias, 7 horas e 43 minutos e sua rotação em volta do próprio eixo leva o mesmo tempo, ela mostra sempre a mesma face para a Terra, como se sabe. Assim, no outro lado, sem a interferência da luminosidade terrestre, calcula-se que seja possível observar astros cem vezes mais fracos do que os acessíveis ao Telescópio Espacial Hubble. Mas há uma pedra gigantesca no caminho desse projeto futurista: o preço. Para montar uma rede de instrumentos na Lua, seria preciso assinar um cheque de 45 bilhões de dólares, o equivalente ao custo de trinta Hubbles — sem contar os gastos com o transporte.

Martha San Juan França

Para saber mais

Fundamentos de Astronomia, Rolnido P. Faria (org.), Editora Papirus, Campinas, 1987
Ontem, o Universo, Bernard Gatty, Martins Fontes Editora, São Paulo, 1986

DOIS MAIS DOIS

LUIS CARLOS KFOURI

A lógica que acabou com a própria lógica

Por Luiz Barco

Há 23 séculos, o grego Aristóteles (384-322 a.C.) reduziu os processos do raciocínio dedutivo a catorze regras e alguns cânones dando-lhes o nome de *Organom* — que em grego quer dizer instrumento da razão. Os cânones pretendiam exprimir verdades consideradas de senso comum, enquanto as regras eram resultado do estudo dos silogismos exercícios em três etapas do raciocínio dedutivo: [Se] Sócrates é homem [e se] todos os homens são mortais [então] Sócrates é mortal

As duas primeiras afirmações são as premissas e a terceira é a conclusão. Pode-se duvidar das premissas, mas se as regras forem respeitadas não pode haver dúvidas sobre a conclusão. Assim, se alguém disser que: [se] Bruno é bom [e] todas as pessoas boas são felizes, podemos discutir a veracidade das premissas mas não podemos duvidar que delas se segue necessariamente a conclusão de que [então] Bruno é feliz. Isto se chama certeza lógica

Também o grego Euclides (300 a.C.) utilizou-se da lógica aristotélica para provar os teoremas da Geometria e deu ao mundo um modelo de certeza que foi aclamado por dois milênios. No final do século XIX, os matemáticos ainda tentavam comprovar teoremas seguindo de perto o modelo de Euclides. Eles queriam aplicar o modelo do estudo das formas no estudo dos números, mas foram surpreendidos, tropeçando nos paradoxos. Sobre isso a história das ciências registra um caso interessante. Quando, em 1902, o matemático alemão Friedrich Gottlob Frege (1848-1925), autor do tratado *Leis Fundamentais da Aritmética*, terminava o segundo e último volume, foi avisado pelo filósofo e matemático inglês Bertrand Russell, que seu trabalho continha uma falha lógica.

Aprofundando as noções de classe e de elemento de classe, Russell percebeu que, para fazer parte de uma classe, um objeto deve possuir as mesmas propriedades essenciais dos já existentes, mesmo que não tenha as demais propriedades desses elementos. Ou seja, para integrar um conjunto de canetas, um objeto deve ter algumas propriedades como escrever a tinta, ainda que quanto às propriedades não-essenciais ele possa ser muito diferente de uma caneta convencional. Depois de analisar essa idéia, Russell descobriu que existem classes de objetos que são elementos de si próprias (não-normais) e outras que não são elementos de si próprias e que chamaremos de normais. Por exemplo, um conjunto de canetas não é uma caneta, da mesma forma que um conjunto de automóveis não é um automóvel. Em princípio, tal idéia valeria para todas as classes. Porém, tomando como exemplo o conjunto das não-canetas (para ser elemento dele basta não ser caneta), verificamos que ele não pode ser considerado uma caneta, portanto é elemento de si próprio (ou do próprio conjunto). Russell imaginou então uma coleção de todas as classes — aqui denominada K — que não tinham a si mesmas como elemento — como a das canetas, dos relógios — e perguntou se K era ou não normal. Se K fosse normal não estaria dentro dela mesma, e então o conjunto não seria de todas as classes normais. Mas se K fosse não-normal então estaria dentro dela mesma e aí não seria o conjunto de todas as classes normais. A isso deu-se o nome de paradoxo de Russell, que comprometeu os dez anos de trabalho de Frege. Na verdade, a falha não era dele, mas da própria lógica dedutiva

KEYSTONE TOM BLAU

Russell: lógica do paradoxo ou paradoxo da lógica?

Fatos como estes dividiram os matemáticos em várias escolas de pensamento. Os logicistas queriam recuperar a lógica aristotélica e evitar paradoxos como o de Russell, mudando as regras de determinação dos membros de uma coleção. "O que quer que determine a totalidade de uma classe não deve ser elemento dessa mesma classe", decretavam, anulando a possibilidade do paradoxo do círculo vicioso. Por outro lado, os formalistas defendiam que as deficiências eram do conteúdo semântico da linguagem usada para expressar a lógica e não da própria lógica. Essa guerra santa estendeu-se pelas três primeiras décadas do século XX até que Kurt Gödel (1906-1978), matemático austro-húngaro, usando a própria lógica estabeleceu, em 1931, que existem enunciados precisos que não podem ser negados, nem provados. Criou assim o que foi chamado de teoria da indecidibilidade e sepultou definitivamente a busca milenar da certeza lógica. ■

Luiz Barco é professor da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo

TECNOLOGIA

Quando os aviões se cansam

Parte da fuselagem desaparece no ar — e expõe um problema que os engenheiros aeronáuticos aprendem a prevenir: a fadiga dos materiais. A segurança da estrutura, para eles, está acima de tudo

O Boeing 737 da Aloha Airlines decolou do aeroporto da cidade de Hilo, no arquipélago do Havaí, naquele 28 de abril de 1988, e tudo levava a crer que seria mais uma breve viagem de rotina até Honolulu, numa ilha próxima. Alguns dos noventa passageiros reclamaram um pouco da turbulência no início do vôo, mas, minutos depois olhavam já com impaciência o sinal luminoso que mandava manter os cintos de segurança atados. Santo mandamento. Pois, assim que o avião, com dezenove anos de uso, nivelou a 7 000 metros, a altitude prevista de vôo, ouviu-se um forte estrondo e, subitamente, o teto da primeira classe desapareceu no ar deixando um rombo de 6 metros na fuselagem acima e ao lado da fileira de assentos. Quase no mesmo

Fratura exposta: o Boeing 737 da Aloha pousa com um rombo de 6 metros acima e ao lado dos assentos da primeira classe

Gigantesco brinquedo de montar

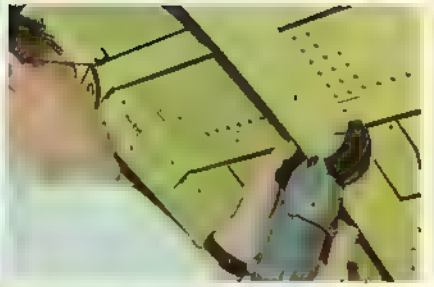
nstante, uma comissária, de pé no corredor, foi sugada para fora. O número de vítimas poderia ter sido maior, não fosse a perícia do piloto em fazer um pouso de emergência num aeroporto próximo; todos os passageiros e o restante da tripulação se salvaram. O acidente, por suas características, dramatizou um problema que há 36 anos vem tirando o sono dos responsáveis pela segurança do transporte aéreo. Em janeiro de 1954, de fato, um Havilland Comet, da família dos primeiros jatos comerciais, pertencente à hoje extinta companhia inglesa BOAC, explodiu no ar quando fazia a rota Roma—Londres. As investigações mostraram que o avião, embora não fosse idoso, apresentava sinais de desgaste — por culpa da concepção falha do modelo e da inexistência de certos testes, hoje em dia obrigatórios.

Nas viagens curtas, aviões envelhecem mais depressa

O atestado de óbito do Comet registrou como causa da morte uma doença implacável, até então desconhecida, que recebeu o nome fadiga de materiais e passou a fazer parte do vocabulário dos engenheiros aeronáuticos. Significa que, submetidos a esforços variáveis durante muito tempo, metais, plásticos e alguns tipos de madeira podem se romper subitamente, mesmo que o esforço com que estejam arcando naquele momento seja suportável. No caso do velho Comet, o desgaste na fuselagem trincou a ponta de uma das janelas, o que desencadeou a tragédia. Nas décadas seguintes, cientistas e engenheiros se debruçaram sobre as pranchetas na tentativa de evitar a repetição desse problema. Mas como, evidentemente, não é possível blindar um avião feito um tanque de guerra, porque ele não sairia do chão, acidentes causados por fadiga de materiais continuam a engrossar as estatísticas dos desastres aéreos. Mesmo porque, jatos como o Boeing 737, o 727 e o DC-9, este da McDonnell Douglas, todos em operação há mais de vinte anos, apropriados para viagens curtas e médias, envelhecem rápido: as frequentes decolagens e pousos provocam mais estresse na estrutura do que nos *wide-bodies*, geralmente utilizados em percursos maiores. Nem estes, porém, estão imunes ao problema. No ano passado, uma falha na trava da porta de um Jumbo 747 da empresa americana United Airlines, com dezoito anos de uso, provocou um rombo de 12 metros na fuselagem e a morte de nove passageiros. No caso da havaiana Aloha Airlines, ficou provado que parte da carcaça do Boeing 737 não agüentou o dano da fadiga acumulada de 35 000 horas de vôo, o equivalente, para os materiais, a 90 000 decolagens.

Falha na porta do 747 da United Airlines abriu um buraco na estrutura

Nos tempos pioneiros, as lendárias máquinas voadoras não ofereciam dores-de-cabeça desse tipo. Afinal, o que iria corresponder à fuselagem neles não passava de uma armação de madeira normalmente reforçada com fios de aço e cantoneiras. Naqueles mais pesados que o ar, que certamente não eram projetados para durar vinte ou trinta anos, piloto e motor ficavam desconfortavelmente assentados sobre a asa inferior. Mais aperfeiçoados, os aviões de madeira continuaram a existir até os primeiros tempos da Segunda Guerra Mundial, quando os caças soviéticos Lavotchkin La-5 e La-7, feitos com esse material, deram muito trabalho aos alemães. Mas, em geral, a partir da década de 30, com o desenvolvimento das chapas de alumínio, o metal tornou-se componente obrigatório do revestimento dos aviões.



Na montagem das peças dos aviões modernos usam-se dezenas de milhares de rebites. Com o auxílio de ferramentas especiais, eles são colocados na perpendicular e encaixados perfeitamente

Destruição no céu

Acidentes causados por fadiga de materiais

Equipamento	Empresa	Data	Lugar	Vítimas
Comet	BOAC	10/01/54	Mediterrâneo	29 mortos
DC-9	Air Canada	17/09/79	Canadá	4 feridos
Boeing 747	JAL	12/08/85	Japão	520 mortos
DC-9	Eastern	28/12/87	EUA	3 feridos
Boeing 737	Aloha	28/04/88	EUA	1 morto
Boeing 747	United	24/02/89	EUA	9 mortos
Boeing 727	Eastern	26/12/89	EUA	

O pior dos desastres: 520 mortos no Japão

Apareceram os bimotores e trimotores metálicos, como o Junker Ju-52, alemão, e os americanos Douglas DC-2 e DC-3 — este último, o equipamento mais bem-sucedido da história da aviação, que ainda presta serviços em rincões perdidos do mundo.

Sob esse aspecto, não há novidades no ar. Os modernos aviões de transporte comercial, independente de tamanho, apresentam a mesma estrutura da época do inesquecível DC-3 e as ligas de alumínio continuam suportando a maior parte do esforço sobre a fuselagem. Embora sem a resistência do aço ou do titânio — usados para reforçar lugares críticos, como o enquadramento das portas —, tais ligas se moldam facilmente e possuem, no jargão dos engenheiros, maior tenacidade à fratura. Isso significa que a fuselagem constituída de uma pele de alumínio, mesmo afetada por uma trinca, demora mais para se romper. Depois da pele, vêm os ossos, por assim dizer. Formados de ligas longitudinais (as longarinas) e de anéis (as cavernas), naturalmente também em alumínio, dão estabilidade ao avião e distribuem a pressão pela fuselagem inteira. Por isso mesmo, as longarinas e as cavernas mais reforçadas ficam nas junções das asas, onde sempre é maior o esforço a que é submetido o material.

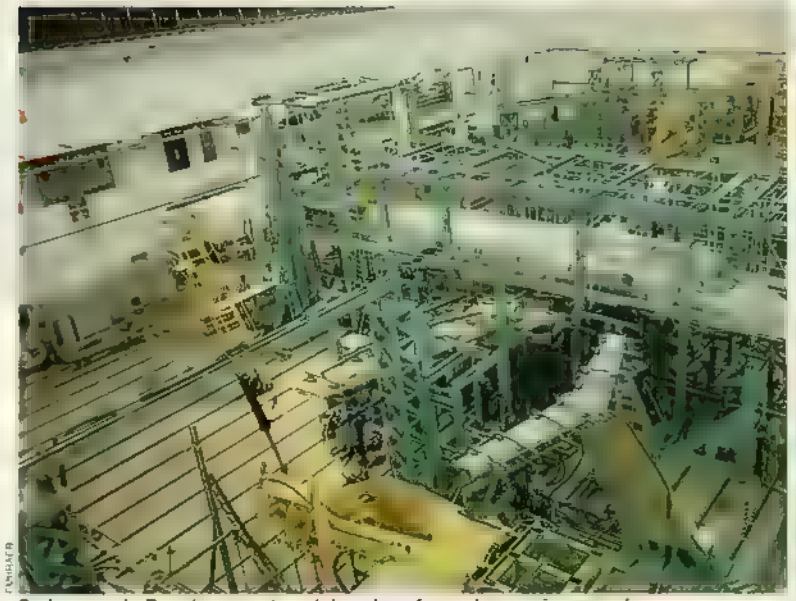
Banhos de água salgada para prevenir a corrosão

Como um gigantesco brinquedo de montar, essa armação está presa por dezenas de milhares de rebites. Cerca de 90 000 deles entram por exemplo na construção do Brasília, o turboélice para trinta passageiros da Embraer, por sinal o campeão de vendas da empresa de São José dos Campos. Com tanto metal, não há como impedir a fadiga e a corrosão à medida que as estruturas envelhecem. Os técnicos costumam dizer que tais problemas estão para as aeronaves como a arteriosclerose para o homem. Mas a geriatria aeronáutica — é assim mesmo que se chama a técnica de prolongar a vida útil dos aviões —, conhecendo os dados vitais e a ficha clínica dos aparelhos pode pelo menos prever e controlar o desenvolvimento dessas doenças da terceira idade. E acidentes como o da Aloha Airlines oferecem o consolo de multiplicar as pesquisas sobre o assunto numa época em que muitos modelos em operação se

Hoje, maiores cuidados com a segurança

aproximam dos limites de longevidade.

O engenheiro aeronáutico Antônio Carlos Vieira Victorazzo, da Embraer, que há vinte dos seus 42 anos estuda e trabalha com estruturas de aeronaves, explica que, para cada projetista envolvido com a aerodinâmica de um aparelho, existem três outros preocupados com a carcaça. Eles passam centenas de horas estipulando as regras segundo as quais os futuros modelos poderão voar. "Os projetos devem conter obrigatoriamente informações sobre a carga exata durante as manobras, sob rajadas de vento, nos pousos e decolagens e em velocidade máxima. Isso vale para cada parte da superfície do aparelho", explica Victorazzo. "Muitas vezes, componentes estruturais são testados até serem destruídos, para se ter certeza de que suportam o esforço em vôo, assim como muitas chapas de metal tomam banhos de água salgada para se avaliar a proteção contra a corrosão."

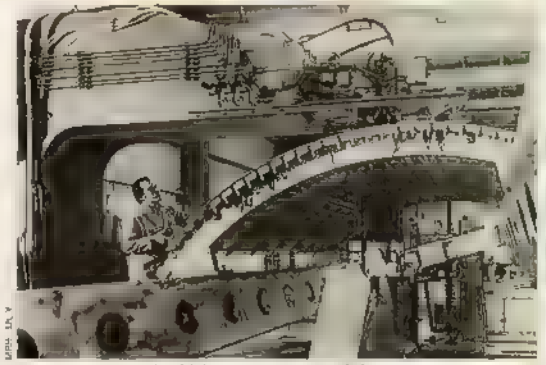


Cada peça do Brasília suporta o dobro do esforço de um vôo normal

Por causa da poluição, faxinas mais rigorosas

Segurança nunca é demais. Para evitar riscos, não se fabrica um protótipo, mas vários, todos eles forçados nas provas em terra e no ar a dar tudo que podem. Para começar, os modelos são testados nos famosos túneis de vento, que fornecem, entre outras coisas, informações sobre a distribuição da pressão do ar em diferentes condições de vôo. Além de analisar o desempenho das aeronaves em condições extremas de temperatura e em freqüências de vibração, as quais provavelmente nunca serão experimentadas nas operações normais, simula-se o número de vôos diários efetivamente cumpridos nas companhias aéreas. Essas informações se acumulam nos computadores e mais tarde farão parte do currículo das naves. Assim, os protótipos do turboélice CBA-123, em construção nos hangares da Embraer, passarão por 60 000 horas de vôo simulado antes e enquanto o avião estiver em operação *(veja quadro)*.

Na esteira das conferências e seminários que se seguiram ao desastre da Aloha, os fabricantes começaram a estudar até a influência da poluição e da chuva ácida sobre a fuselagem. E não foi propriamente surpresa descobrir que os jatos que operam nas proximidades de Tóquio e São Paulo precisam de uma faxina mais rigorosa. A poluição está despertando suspeitas ainda mais inquietantes: há quem alerte para a hipótese de maior corrosão e envelhecimento dos metais expostos à radiação ultravioleta, com o esgarçamento da proteção proporcionada pela camada de ozônio. Ao mesmo tempo, pesquisam-se novos materiais especialmente resistentes que possam, no futuro, substituir com vantagem as estruturas metálicas convencionais. Compostos de fibras de carbono (material de mil e uma utilidades, empregado, por exemplo, em raquetes de tênis) ajudam hoje a emagrecer o A 320, a mais recente versão do Airbus europeu, e constituem os flapes inteiriços, de quase 9 metros de comprimento, que a Embraer está fabricando para os novos jatos americanos MD-11. Se fossem de metal, esses flapes teriam não apenas um número maior de chapas, como também de rebites, multiplicando, portanto, os pontos potenciais de fadiga.



Na montagem do Airbus, usam-se robôs

Por trás de todos esses estudos, esconde-se um conceito adotado obrigatoriamente há doze anos pelos fabricantes e considerado o grande responsável pela segurança de vôo. Trata-se da tolerância a danos (*fail safe*, em inglês), uma espécie de versão aeronáutica do dito de união faz a força. Assim, cada pequenino rebite, cada pedaço da fuselagem de um elefantino 747 são dimensionados para suportar o dobro da pressão normalmente sofrida durante sua vida. Se qualquer peça desse jogo de armar entrar em pane por algum motivo, as outras não podem substituí-la, mas têm força suficiente para sustentar o avião no ar. Orgulham-se os engenheiros da Embraer de que o Brasília foi desenhado para fazer um pouso normal, mesmo com um rombo de 80 centímetros na fuselagem. No começo de junho último, um desses aviões chocou-se com um Piper nos céus da Bélgica e, apesar dos estragos provocados na fuselagem, conseguiu pousar sem vítimas.

Fundamentais também para a segurança das aeronaves são as inspeções obrigatórias antes de cada viagem e as mais minuciosas, a intervalos regulares de horas de vôo. De posse dos manuais da indústria, os inspetores das companhias aéreas sabem quais os pontos críticos e têm condições de apanhar — com a ajuda de uma variedade de instrumentos, desde lupas a emissores acústicos, passando pelos raios X — as trincas microscópicas que podem surgir na fuselagem. Se houver uma suspeita, usa-se um líquido penetrante, capaz de denunciar a falha por microscópica que seja. "Quando se obedece a todas as regras do jogo, os problemas diminuem sensivelmente", lembra o engenheiro Victorazzo, da Embraer. "E, quando estes aparecem, devem-se a controles deficientes e verificações mal feitas." Novamente tomando como exemplo o acidente havaiano de 1988: ficou provado que a Aloha havia passado a hora de trocar as juntas, contrariando as recomendações da Boeing.

FOTOS A. SPAETH MUY

Na estrutura do Boeing 737, longarinas e cavernas cobertas de alumínio

Ar pressurizado arrebentou partes da fuselagem

No pior desastre com uma única aeronave na história da aviação, ocorrido há cinco anos, morreram 520 pessoas. As investigações mostraram que a caverna de pressão traseira do aparelho, um Jumbo 747 da Japan Airlines, se rompeu devido a um reparo mal feito. O ar pressurizado da cabine entrou na cauda, arrebentando partes da fuselagem e danificando o sistema hidráulico. Segundo o relatório, a inspeção falhou ao não detectar a fadiga do metal. Tragédias como essa não desestimulam os especialistas. Como diz o engenheiro Victorazzo, que de avião entende tudo, menos pilotar, os desastres provocados por falhas estruturais são poucos. "Nos meus anos de serviço na Embraer não tive de lidar com nenhum", relata. "A gente que trabalha com isso sabe as precauções com segurança que existem por trás de cada aeronave e fica tranqüila", informa — sem se dar sequer o trabalho de bater na madeira para evitar a má sorte. ■

Martha San Juan França

EMBRAER

O CBA-123 está pronto para ser submetido à prova no solo e no ar

60 000 horas de ensaios

Nos próximos meses, os engenheiros encarregados do projeto do CBA-123, o mais novo turboélice da Embraer, estarão de olho nos gráficos extraídos dos computadores da empresa. Eles mostrarão os resultados dos testes estruturais e de fadiga da fuselagem de quase 18 metros de comprimento do avião, sem contar as asas. As primeiras unidades do CBA-123 devem sair da linha de montagem em 1992. Até lá, cinco protótipos estarão sendo submetidos a uma bateria de provas no solo e no ar, que prosseguirão mesmo depois da entrega dos modelos encomendados, equivalente a 60 000 horas de vôo ou trinta anos de operações. Nos próximos meses, um dos hangares da Embraer estará ocupado por dois protótipos onde serão instalados macacos hidráulicos ligados a 10 000 medidores de tensão na fuselagem. Esses medidores registrarão em computadores qualquer alteração do metal. Segundo o engenheiro Walter Bartels, diretor do departamento de testes, quando começarem a voar para valer, os CBA-123 terão uma reserva de segurança de 50%, ou seja, poderão executar muito mais manobras do que as especificadas no manual de vôo, sem comprometer nem danificar a estrutura.

Para saber mais

A evolução da aviação, John W.R. Taylor, Melhoramentos, São Paulo, 1980

NAO COLOQUE UM VIRA-LATA NO SEU CARRO.

USE TURBO GAS COFAP.

A Cofap está fazendo uma grande campanha para vacinar todos os motoristas contra os amortecedores vira-latas. Por favor, senhores pais, chefes de família e motoristas responsáveis: usem nos seus veículos Turbogas Cofap. Ele pode oferecer a segurança e o conforto que vocês procuram. Turbogas Cofap tem ação contínua, proporcionando maior segurança nas mais diversas condições de solo e de temperatura. Graças à sua segurança nas curvas e ao conforto nas retas, Turbogas Cofap foi escolhido pelos fabricantes de veículos como equipamento original dos seus principais modelos.

Instale Turbogas Cofap no seu carro para ele não virar uma carrocinha.

TURBOGAS COFAP. O MELHOR AMIGO DO CARRO E DO DONO DO CARRO.

NATUREZA

A dura vida das formigas

Elas destroem lavouras, mas também revolvem a terra e defendem sua fertilidade. Com uma refinada organização social, não cessam de maravilhar os pesquisadores

ROBERTO TINOCO

Medindo até 2,5 cm, a formiga rainha põe centenas de ovos por dia e produz o perfume que mantém unida a grande família das saúvas

O agitado país das saúvas

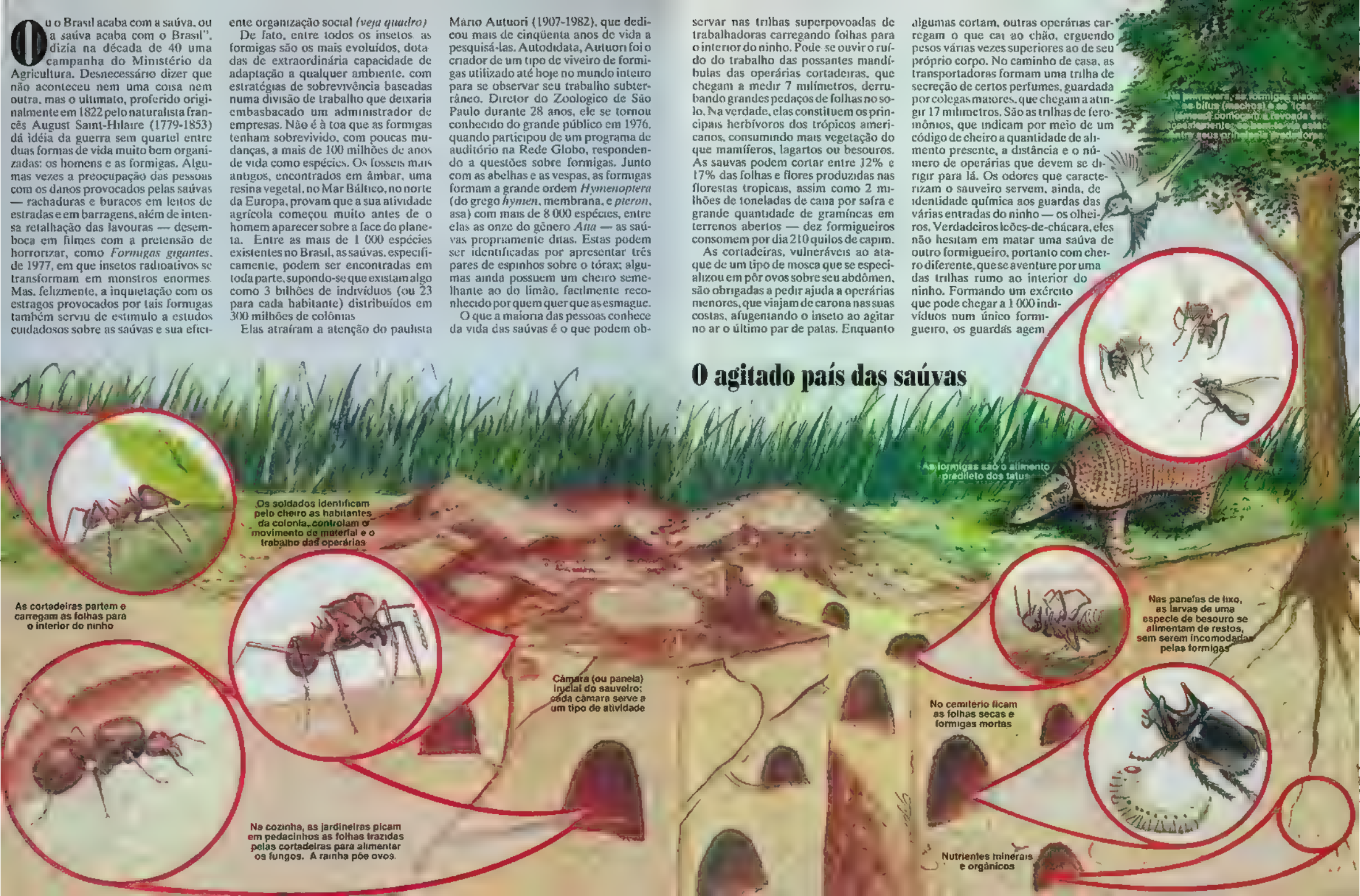
Ou o Brasil acaba com a saúva, ou a saúva acaba com o Brasil". dizia na década de 40 uma campanha do Ministério da Agricultura. Desnecessário dizer que não aconteceu nem uma coisa nem outra, mas o ultimato, proferido originalmente em 1822 pelo naturalista francês August Saint-Hilaire (1779-1853) dá idéia da guerra sem quartel entre duas formas de vida muito bem organizadas: os homens e as formigas. Algumas vezes a preocupação das pessoas com os danos provocados pelas saúvas — rachaduras e buracos em leitos de estradas e em barragens, além de intensa retalhação das lavouras — desemboca em filmes com a pretensão de horrorizar, como *Formigas gigantes*, de 1977, em que insetos radioativos se transformam em monstros enormes. Mas, felizmente, a inquietação com os estragos provocados por tais formigas também serviu de estímulo a estudos cuidadosos sobre as saúvas e sua eficiente organização social *(veja quadro)*

De fato, entre todos os insetos, as formigas são os mais evoluídos, dotadas de extraordinária capacidade de adaptação a qualquer ambiente, com estratégias de sobrevivência baseadas numa divisão de trabalho que deixaria embasbacado um administrador de empresas. Não é à toa que as formigas tenham sobrevivido, com poucas mudanças, a mais de 100 milhões de anos de vida como espécies. Os fósseis mais antigos, encontrados em âmbar, uma resina vegetal, no Mar Báltico, no norte da Europa, provam que a sua atividade agrícola começou muito antes de o homem aparecer sobre a face do planeta. Entre as mais de 1 000 espécies existentes no Brasil, as saúvas, especificamente, podem ser encontradas em toda parte, supondo-se que existam algo como 3 bilhões de indivíduos (ou 23 para cada habitante) distribuídos em 300 milhões de colônias

Elas atraíram a atenção do paulista Mário Autuori (1907-1982), que dedicou mais de cinqüenta anos de vida a pesquisá-las. Autodidata, Autuori foi o criador de um tipo de viveiro de formigas utilizado até hoje no mundo inteiro para se observar seu trabalho subterrâneo. Diretor do Zoológico de São Paulo durante 28 anos, ele se tornou conhecido do grande público em 1976, quando participou de um programa de auditório na Rede Globo, respondendo a questões sobre formigas. Junto com as abelhas e as vespas, as formigas formam a grande ordem *Hymenoptera* (do grego *hymen*, membrana, e *pteron*, asa) com mais de 8 000 espécies, entre elas as onze do gênero *Atta* — as saúvas propriamente ditas. Estas podem ser identificadas por apresentar três pares de espinhos sobre o tórax; algumas ainda possuem um cheiro semelhante ao do limão, facilmente reconhecido por quem quer que as esmague.

O que a maioria das pessoas conhece da vida das saúvas é o que podem observar nas trilhas superpovoadas de trabalhadoras carregando folhas para o interior do ninho. Pode-se ouvir o ruído do trabalho das possantes mandíbulas das operárias cortadeiras, que chegam a medir 7 milímetros, derrubando grandes pedaços de folhas no solo. Na verdade, elas constituem os principais herbívoros dos trópicos americanos, consumindo mais vegetação do que mamíferos, lagartos ou besouros. As saúvas podem cortar entre 12% e 17% das folhas e flores produzidas nas florestas tropicais, assim como 2 milhões de toneladas de cana por safra e grande quantidade de gramíneas em terrenos abertos — dez formigueiros consomem por dia 210 quilos de capim.

As cortadeiras, vulneráveis ao ataque de um tipo de mosca que se especializou em pôr ovos sobre seu abdômen, são obrigadas a pedir ajuda a operárias menores, que viajam de carona nas suas costas, afugentando o inseto ao agitar no ar o último par de patas. Enquanto algumas cortam, outras operárias carregam o que cai ao chão, erguendo pesos várias vezes superiores ao de seu próprio corpo. No caminho de casa, as transportadoras formam uma trilha de secreção de certos perfumes, guardada por colegas maiores, que chegam a atingir 17 milímetros. São as trilhas de feromônios, que indicam por meio de um código de cheiro a quantidade de alimento presente, a distância e o número de operárias que devem se dirigir para lá. Os odores que caracterizam o sauveiro servem, ainda, de identidade química aos guardas das várias entradas do ninho — os olheiros. Verdadeiros leões-de-chácara, eles não hesitam em matar uma saúva de outro formigueiro, portanto com cheiro diferente, que se aventure por uma das trilhas rumo ao interior do ninho. Formando um exército que pode chegar a 1 000 indivíduos num único formigueiro, os guardas agem



Acabar com elas seria mau para o Brasil

também como os burocratas da casa, controlando a entrada de material vegetal e o trabalho das operárias na formação de pontos de ventilação e na retirada de grãos de terra do interior.

Grandes sauveiros podem ser facilmente identificados pelos montes de terra que acumulam na superfície, chegando a 7 metros de diâmetro e cerca de 1 metro de altura. Endurecidos como um verdadeiro telhado de barro, esses montes atraem de longe a atenção de tatus e tamanduás, cujo prato predileto — e invariável o ano inteiro — são precisamente as formigas. Outros bichos preferem esperar a época da primavera, quando as formigas aladas encarregadas da reprodução (conhecidas como içás ou tanajuras, no caso das fêmeas, e bitus, os machos) começam a revoada de acasalamento.

Pardais, bem-te-vis, lagartos, sapos, alguns besouros e também o homem incluem esses suculentos insetos em suas dietas. "Os índios tupis já preparavam há centenas de anos as *ycobas* (içás), palavra que significa gordura, devido ao abdômen cheio de ovos", informa o zoológo Nélson Papavero, no livro *Insetos no folclore*. "Eram torradas como amendoim, moqueadas e servidas com molho de tucupi bem apimentado ou então assadas em paçoca com farinha de mandioca", descreve Papavero. Ainda segundo ele, alguns grupos indígenas usam também as gigantes saúvas-soldados como grampos para ligar as bordas de cortes na pele. A aplicação é simples: colocam as formigas para morder a ferida e arrancam seus corpos, ficando a cabeça presa ao ferimento para auxiliar a cicatrização.

Justamente para evitar os predadores, as saúvas preferem fazer o corte de folhas à noite. Mas também é possível vê-las trabalhar durante o dia, caso pressintam, por mecanismos ainda desconhecidos, a chegada de chuvas no entardecer. Durante as tempestades, as incansáveis formigas finalmente param de trabalhar para se proteger no interior dos ninhos que, embora feitos de terra, não ficam completamente inundados. As câmaras internas ou panelas, como se denominam os grandes salões no interior do sauveiro, são dispostos lateralmente aos túneis de forma a evitar que sejam destruídos pelas grandes chuvas. Como nos diversos ambientes de uma residência humana, em cada panela pratica-se um tipo de atividade diferente

No que se poderia chamar de cozinha ou horta comunitária cultiva-se um fungo para a alimentação de toda a colônia, nos quartos funciona um tipo de berçário para os ovos das saúvas, também criados em meio ao fungo, e em outras dependências funcionam o lixão e o cemitério. O fungo que serve de alimento às formigas, o *Pholiota gonglyophora*, por sinal, só pode ser encontrado em panelas. Ali, operárias jardineiras, medindo de 2 a 3 milímetros, picam em partes cada vez menores os pedaços de folhas que chegam, as quais são implantadas nas esponjas de fungos, que as utilizam como alimento.

Além disso, as jardineiras retiram constantemente pedaços mortos do fungo, assim como folhas secas, e mantêm as condições climáticas ideais para o desenvolvimento do fungo — 22°C e umidade de 80%. Longe desses cuidados, o *Pholiota* raramente sobrevive mas, em compensação, sem sua capacidade de digerir a celulose e outras substâncias tóxicas dos vegetais, as formigas tampouco sobreviveriam. Somente as crias não são alimentadas pelos chamados corpos de frutificação que se originam das massas esponjosas de fungos. Os ovos e larvas do sauveiro são depositados também nessas massas, mas recebem ovos de alimentação postos pela rainha, que se compõem de substâncias nutritivas especiais.

Aceleram a reciclagem dos nutrientes das plantas

Colocando centenas de ovos por dia durante os vinte anos de vida útil, a rainha, que pode chegar a 2,5 centímetros de comprimento, tem ainda a função de produzir o feromônio característico do sauveiro, o perfume que mantém a família unida. Dentro desse formigueiro, os insetos que se desenvolverem na seqüência de ovo para larva, ninfa e adulto terão assim o mesmo cheiro, mesmo que não sejam formigas. É o caso de uma espécie de besouro que deposita os ovos nas panelas de lixo dos sauveiros, onde são jogados os ovos que não se desenvolvem, as folhas secas, os pedaços de fungo e as operárias mortas. As larvas do besouro, que incorporaram o cheiro do lixo, se alimentam durante o crescimento desses restos ricos em nutrientes, sem serem incomodadas pelas formigas.

Não só outros insetos se beneficiam desse lixo, mas os próprios vegetais ganham um adubo natural para a terra próxima ao sauveiro. As saúvas, portanto, exercem um importante papel ecológico juntamente com os fungos, acelerando a reciclagem dos nutrientes das plantas, que tornam ao solo para serem novamente aproveitados. Em certo sentido, isso significa que as formigas não são criaturas tão insignificantes quanto se possa pensar. Afinal, o que conta não é o indivíduo e sim a colônia inteira, uma sociedade organizada e integrada nos ciclos de vida da natureza. Para os entomologistas modernos, ao contrário do que temia o zeloso Saint-Hilaire, acabar com a saúva pode ser o mesmo que acabar com o Brasil. ■

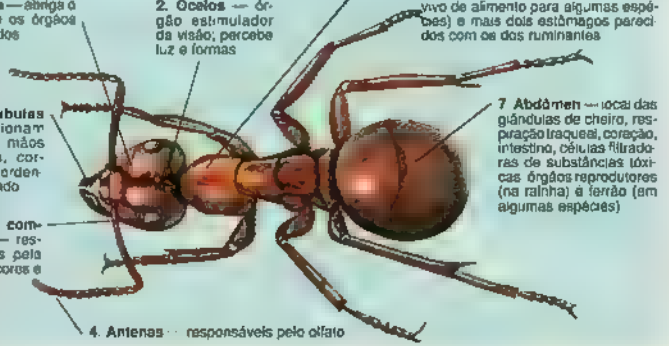
Marcelo T. C. de Oliveira

Para saber mais

A formiga saúva. Roberto Muylaert Tinoco, Editora Moderna. São Paulo. 1988

Que bicho é esse?

A formiga, de ponta a ponta



Açucareira suga o néctar da flor

Formigas-de-correição das matas tropicais são extremamente vorazes

Um mundo de formigas

Se todos os animais terrestres fossem colocados numa balança, 1/10 do peso — cerca de 900 000 toneladas — seria representado por formigas, um inseto com menos de um milionésimo da massa de um ser humano. Isso significa que a população de formigas é maior que a de todas as aves, répteis e anfíbios juntos, sendo estimada em torno de 10 quintilhões de indivíduos (o número 1 seguido de dezenove zeros). "Mas não é pelo peso ou pelo número que as formigas devem ser distinguidas", lembra o entomologista americano Edgard Wilson, da Universidade Harvard. "O desaparecimento desses insetos poderia levar à extinção milhares de espécies, desestabilizando a maioria dos ecossistemas." Junto com seu colega Bert Hölldobler, Wilson publicou recentemente nos Estados Unidos o alentado livro *Ants* (Formigas), logo aclamado como um clássico, em que analisa o comportamento de seus bichinhos preferidos e aponta várias peculiaridades de sua organização social.

Com exceção dos pólos gelados, ele encontrou formigas de 1 milímetro a 2,5 centímetros em toda parte, incluindo os áridos desertos. Juntamente com os cupins, cerca de 8 800 espécies já descritas (das 20 000 que se suspeita existirem), agrupadas em 297 gêneros, cavoucam o solo, enriquecendo-o por drenagem e aeração. Além disso, são grandes disseminadoras de sementes de plantas e ainda faxineiras que comem até 90% dos cadáveres de pequenos animais. Todos esses trabalhos são levados muito a sério. Para começar, nada de sexo — atividade exclusiva das rainhas. As trabalhadoras devem se limitar a fazer a parte que lhes toca para conservar o lar comunitário e garantir a propagação dos genes de sua parenta privilegiada. Assim, para realizar suas funções com plena eficiência, cada uma se especializa ao máximo, mudando a própria anatomia. Os soldados são fêmeas que trocaram os órgãos reprodutores por um abdômen cheio de armas biológicas. O gênero asiático *Camponotus*, por exemplo, é uma verdadeira bomba, que rompe o próprio corpo para lançar veneno sobre os adversários.

As lava-pés, como são conhecidas as *Solenopsis invicta* nativas do sul do Brasil, têm um veneno forte que causa sensação de queimadura. Elas associam-se em colônias protegidas por um contingente de até 100 000 soldados. Longe de casa, são capazes de unir-se rapidamente para o combate por meio de ordens químicas. As formigas, por sinal, dominam uma linguagem química complexa. Uma colônia comum pode farejar no ar 1 trilionésimo de grama de uma dúzia de sinais de cheiros diferentes, de acordo com os feromônios secretados no solo por várias glândulas. É desse modo que uma operária indica a outra companheira o caminho até um inseto morto. Mas o talento das formigas como químicas tem seu melhor exemplo na *Oecophylla*, a formiga-tecelã que vive em árvores. Presentes em abundância nas florestas da África e no sudoeste da Ásia, elas se utilizam da seda produzida pelas larvas para ligar folhas e galhos, formando grandes e seguros pavilhões aéreos, que funcionam como as teias das aranhas.

Formigas-caçadoras carregam larva de inseto

De volta ao chão, o entomologista Wilson encontrou supercolônias com formigueiros de até 6 metros de profundidade espalhados em áreas de quase 3 quilômetros quadrados. Ali, ele calculou, vivem durante mais de dez anos cerca de 1 milhão de operárias, muitas vezes procedentes de diferentes colônias de várias espécies, escravizadas pela colônia original. As maiores escravagistas são as formigas amazonas, mestras em atacar outras colegas; tão dependentes de suas escravas, nem sequer sabem conseguir comida.

BIOFÍSICA

ELETRICIDADE SOB SUSPEITA

A hipótese teve o impacto de um choque: as correntes de alta tensão podem causar câncer. Pesquisas em vários países, incluindo o Brasil, tentam saber se isso é verdade. Nada está provado; a desconfiança é forte

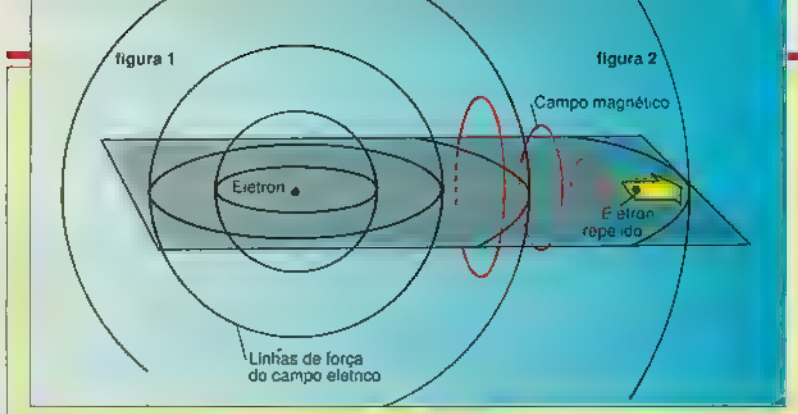
Linhas de alta tensão: na mira dos cientistas

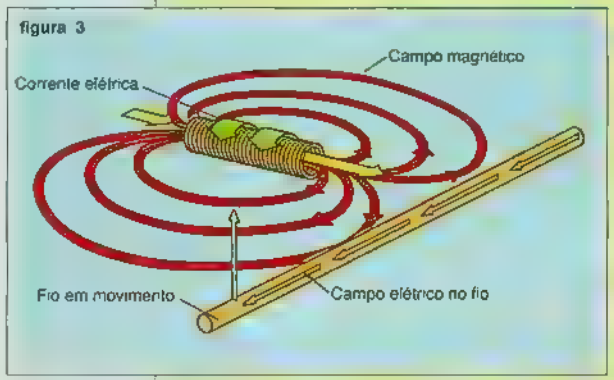
FOTOS REGIS FILHO

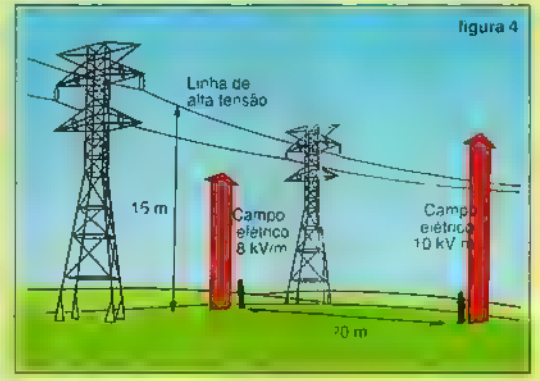
As ondas eletromagnéticas são tão comuns que normalmente ninguém se dá conta delas. Estão presentes no calor que o peito da mãe transmite ao bebê, na luz do Sol e das estrelas, nas ondas de rádio e de televisão e também em torno das linhas de alta tensão que transportam pesadas cargas de energia para iluminar as cidades e mover as linhas de montagem industriais. Benéficas servas da humanidade, uma das marcas registradas do século XX, essas ondas estão agora sob a implacável luz de uma grave suspeita: mesmo nas fracas doses emitidas pela rede de distribuição de energia ou pelos eletrodomésticos, dos cobertores elétricos aos aparelhos de TV, dos secadores de cabelo às máquinas de café, elas poderiam causar câncer.

Forma modesta de radiação, as ondas eletromagnéticas se espalham pelo espaço porque a corrente elétrica nos fios não flui numa só direção como se viesse continuamente da hidrelétrica para o consumidor. Ela se alterna como um pêndulo, indo e voltando de um pólo a outro. Cria assim forças elétricas e magnéticas à sua volta. O rumo da corrente se inverte sessenta vezes por segundo. Por isso, em linguagem técnica se diz que esse vai-vém representa uma frequência de 60 hertz e corresponde à energia da radiação emitida. (Nos países europeus, a freqüência utilizada é de 50 hertz). As ondas nessa faixa são designadas pela sigla inglesa ELF, que quer dizer "frequência extremamente baixa". Elas fazem jus ao nome: para se ter uma idéia de como são fracas, basta compará-las à luz, uma onda eletromagnética que se repete 10 trilhões de vezes por segundo (*veja quadro*).

Pelo fato de ser muito baixa a radiação emitida, a desconfiança de que ela pudesse conduzir ao câncer foi recebida com compreensível ceticismo. Não obstante a falta de apoio, um pequeno grupo de cientistas trabalhou dez anos no assunto, até que, em 1986, o Congresso dos Estados Unidos mandou estudar a questão e reconheceu que as linhas de transmissão não estão necessariamente isentas de risco. "Está claro que as ondas de baixa energia podem interagir com as células e órgãos e produzir mudanças biológicas", constata um relatório da comissão de assessoramento tecnológico do Congresso, datado de maio do ano passado, ressalvando que ainda não se sabe exatamente o que se passa com os organismos vivos expostos a tais ondas. Mas já não se pode dizer que o risco não existe.







O jogo de empurra-empurra

Uma das formas mais simples de radiação é a energia elétrica, que envolve um elétron imóvel e pode criar uma força de repulsão sobre outro elétron nas proximidades. Essa força, descoberta em 1785 pelo físico francês Charles Coulomb, diminui com o quadrado da distância: se a 1 metro, por exemplo, ela vale 36 unidades, valerá nove unidades a 2 metros. A distribuição espacial dessa energia é designada pelo nome de campo: no caso de um elétron imóvel, o campo elétrico é estático, ou seja, o seu valor é constante no tempo (*figura 1*). Em 1820, o dinamarquês Hans Oersted mostrou que, quando o elétron se move, o campo elétrico varia, dando origem a um campo de força adicional — o magnético, que se distribui em torno do elétron (*figura 2*). Em 1831, o inglês Michael Faraday descobriu que os campos magnéticos variáveis geram um campo elétrico.

As linhas elétricas de rua geram um campo magnético do tipo descoberto por Oersted, mas com a peculiaridade de que a corrente flui para a frente e para trás, alternando seu sentido 60 vezes por segundo. Em vista disso, o campo magnético também será variável, criando forças elétricas em um fio ou em qualquer pedaço de metal à sua volta. Um fio em movimento nas proximidades de um campo magnético estático também sofrerá a ação de forças elétricas (*figura 3*). Os campos magnético e elétrico próximos de uma linha de alta tensão comum assumem valores de acordo com a distância (*figura 4*). O jogo de empurra-empurra elétrico e magnético se propaga indefinidamente na forma de pulsações velozes como a luz. Em 1873, o escocês James Maxwell mostrou que a luz era realmente uma perturbação eletromagnética e em 1886 o alemão Heinrich Hertz provou que uma descarga elétrica cria uma onda eletromagnética.

Comparação de crianças disparou o alarme

A evidência mais importante havia sido levantada em 1979 pela bióloga e socióloga americana Nancy Wertheimer, da Universidade do Colorado. Ela comparou 900 crianças que viviam perto das linhas de alta tensão e dos transformadores de rua, na cidade de Denver, com outras tantas da mesma idade, que moravam mais longe da rede elétrica. Descobriu assim entre as primeiras uma incidência duas vezes maior de casos de câncer do sangue, ou leucemia — o que sugeriria pelo menos uma possibilidade de que doença e local de moradia estivessem relacionadas. Ignorada a princípio, a conclusão de Nancy foi confirmada em 1986 por uma equipe especialmente cética, chefiada pelo epidemiologista David Savitz, da Universidade da Carolina do Norte.

A conclusão do estudo de Savitz — patrocinado por um grupo de empresas de eletricidade — surpreendeu a comunidade científica, embora os seus resultados, obtidos a partir de uma amostra com 500 crianças, fossem por assim dizer mais brandos que os da pesquisa de Nancy. Ele apontou no grupo vizinho à rede uma propensão à leucemia uma vez e meia maior do que no outro grupo. Do ponto de vista estritamente estatístico, isso significaria que pelo menos 10 por cento dos casos anuais de leucemia infantil registrados nos Estados Unidos poderiam ter sido causados pela eletricidade.

Em vista disso, a opinião dos especialistas americanos mudou. "Há menos de três anos, ninguém esperava encontrar nada", diz o biólogo Leonard Sagan, do Instituto de Pesquisa de Energia Elétrica de Palo Alto, na Califórnia. "Agora não se pode ignorar o conjunto de evidências." Algumas experiências indicam que as células cancerosas parecem gostar das ondas eletromagnéticas, tornando-se mais numerosas e mais fortes quando banhadas por elas. Foi o que mostrou o biólogo Jerry Phillips, do Centro de Pesquisa e Terapia do Câncer, em San Antonio, também na Califórnia. Phillips utilizou dois grupos de células obtidas de pacientes de câncer e submeteu um dos grupos à radiação ELF, aquela de freqüência extremamente baixa. Como resultado, essas últimas células passaram a se multiplicar duas vezes mais rapidamente do que as células do primeiro grupo; em alguns casos a velocidade chegou a ser até vinte vezes maior.

Pesquisa carioca encontra alta incidência de tumores

Mesmo depois de afastada a radiação, o efeito se mantinha, mostrando que as células estavam transmitindo a nova aptidão para as suas descendentes, uma herança que se prolongava por centenas de gerações num período de meses. Ou seja, as células cancerosas, que normalmente têm um ritmo desembestado de crescimento, sob efeito da radiação parecem pisar ainda mais fundo no acelerador. Outro pesquisador, o físico Abe Liboff, da Universidade de Oakland, descobriu algo semelhante: sob efeito da radiação, os linfócitos, as células brancas do sangue, tanto normais quanto cancerosas, passam a produzir material genético em excesso, sinal de que estão de prontidão para crescer.

Barry Wilson, um pesquisador de Richland, Estado de Washington, concluiu que as ondas eletromagnéticas reduzem os níveis de melatonina, hormônio produzido pela glândula pineal, conhecido por prevenir em ratos o câncer da mama. Indícios parecidos foram assinalados por dezenas de especialistas, nos últimos anos. A primeira e até agora única pesquisa brasileira sobre o assunto abrangeu ex-funcionários da Light, no Rio de Janeiro. O epidemiologista Sérgio Koifman, da Escola Nacional de Saúde Pública, ligada à Fundação Oswaldo Cruz, descobriu que, entre 1 476 trabalhadores da empresa, falecidos de 1965 a 1986, 88 foram portadores de algum tipo de câncer — sempre numa proporção bem maior do que na população carioca em geral. Pelas estatísticas, o câncer no estômago, por exemplo, deveria ter acometido quarenta eletricitários na amostra examinada. Houve nada menos de 55 casos. Koifman verificou ainda uma incidência excessivamente alta de tumores cerebrais entre 202 daqueles

A radiação de uma bobina elétrica acende uma lâmpada fluorescente próxima

Cientista pede estudo brasileiro

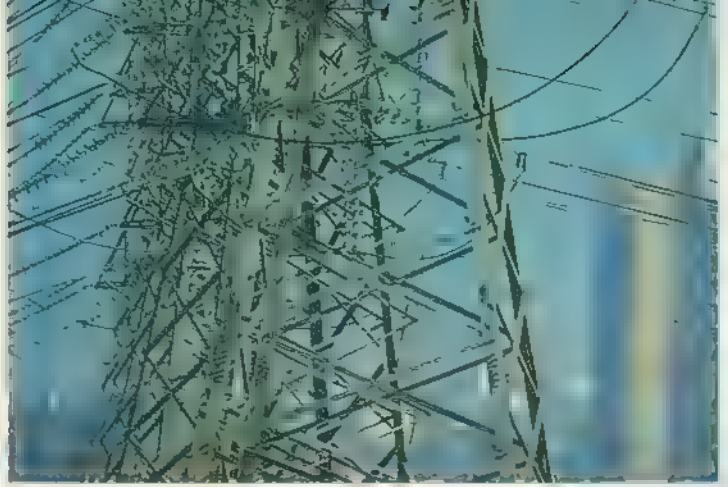
476 funcionários, que haviam passado muito tempo próximos de linhas de alta tensão. Isso o convenceu de que existe algum nexo entre a radiação e os males observados — embora o pesquisador advirta que os dados, muito preliminares, não autorizam conclusões taxativas. "Fica difícil, porém, imaginar que o câncer não se associa à radiação", concessa "Estamos procurando sensibilizar as empresas do setor elétrico para a necessidade de um estudo de grandes proporções a respeito."

O estudo mais ambicioso atualmente se realiza na França e no Canadá, onde a vida de um total de 150 000 trabalhadores do setor de energia elétrica passou a ser minuciosamente esquadrinhada por uma pesquisa cuja meta é responder, com a precisão não alcançada por nenhuma das investigações anteriores, se a intimidade com a radiação de baixa freqüência é realmente prejudicial à saúde Organizada pela empresa estatal francesa de eletricidade, a EDF, esta é desde já uma das maiores pesquisas epidemiológicas da história, que compreende ainda a análise de cada um dos 2 500 casos de câncer registrados de 1978 a 1988 entre os trabalhadores do setor.

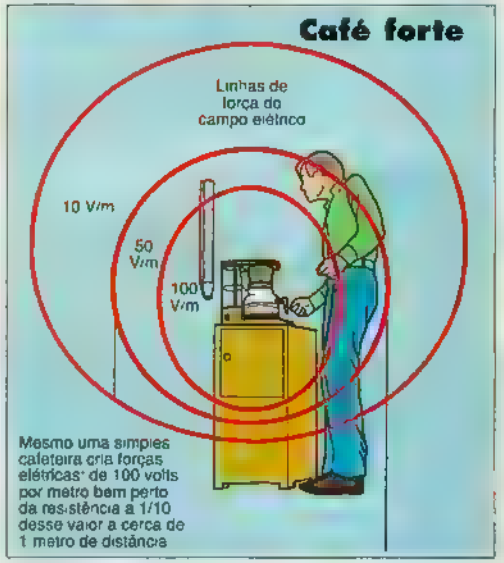
Proteção das escolas é prioridade americana

Examinando a ficha profissional dessas pessoas, os especialistas tentam medir as doses radioativas a que elas foram submetidas e compará-las com as doses recebidas por 10 000 trabalhadores, sorteados ao acaso, que não apresentaram sintomas de câncer A comparação permitirá verificar se a doença pode ser atribuída a doses eventualmente excessivas de radiação. Durante vários meses no decorrer do estudo, todo o pessoal envolvido portou nos uniformes pequenos medidores de radiação, de modo a mapear a intensidade das ondas eletromagnéticas nos diversos postos de trabalho.

As primeiras conclusões deverão estar prontas no final de 1991. Mesmo enquanto se espera uma definição clara sobre a verdadeira ameaça representada pelas correntes elétricas, diversas medidas preventivas já estão sendo tomadas. Oito Estados americanos, por



A radiação é intensa onde se soma a corrente das linhas, mesmo se a voltagem for baixa



exemplo, decidiram impor limites às grandes linhas de energia que cruzam seus territórios. No caso das redes de transmissão, a idéia é programar melhor as novas linhas de modo a evitar, por via das dúvidas, que atravessem regiões populosas, ou passem perto de escolas e creches. Dentro de casa, recomenda-se estudar a disposição dos fios de forma a minimizar os campos de radiação, isto é, a distribuição da energia eletromagnética no espaço. Mas ninguém deve entrar em pânico e começar a jogar fora os seus eletrodomésticos, advertem, sem exceção, todos os especialistas. Dentro desse espírito, as fabricas americanas também estão sendo instadas a redesenhar os eletrodomésticos, ainda que os riscos oferecidos pelos velhos aparelhos convencionais, ao que tudo indica, sejam praticamente zero.

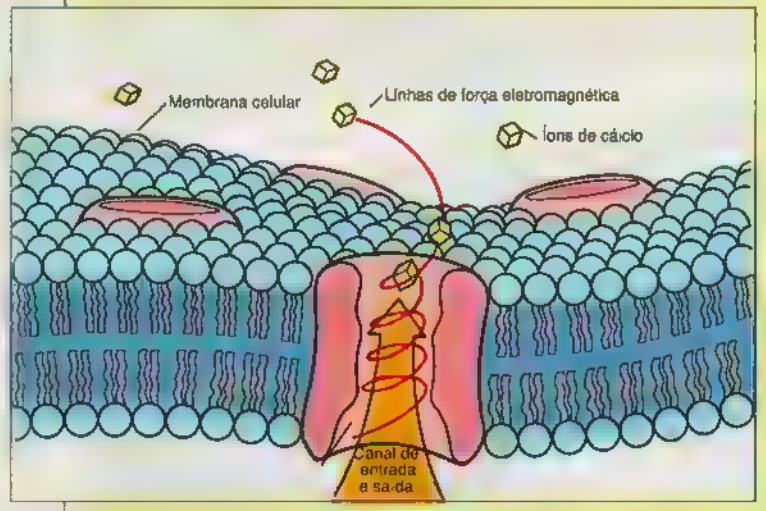
A única precaução imediata se refere aos cobertores elétricos, que só deveriam ser usados para aquecer a cama e desligados na hora de deitar. Esse cuidado está relacionado no relatório do Congresso americano, escrito sob encomenda por uma equipe de cientistas da Universidade Carnegie-Mellon. O epidemiologista David Savitz, da Carolina do Norte, também é cauteloso. "O que sabemos até agora não sugere nenhuma medida drástica de proteção", tranquiliza

Supondo, em todo caso, que se estabeleça para além de qualquer dúvida uma relação de causa e efeito entre eletricidade e câncer, restaria explicar como se dá essa relação. Por ora, poucos cientistas ousam desenhar os hipotéticos mecanismos pelos quais a débil energia emanada dos fios elétricos poderia afetar o organismo humano. As ameaças conhecidas advêm das forças elétricas e magnéticas criadas por radiações mais potentes, como a dos raios X, empregados nas radiografias, ou a dos raios ultravioleta, emitidos pelo Sol junto com a luz. Esse tipo de onda eletromagnética recebe o nome

Portas abertas pela radiação

Para explicar os supostos efeitos biológicos da radiação de baixa freqüência, o físico Abe Liboff, da Universidade de Oakland, nos Estados Unidos, está investigando o comportamento dos átomos eletricamente carregados, ou íons, que desempenham papel essencial como mensageiros químicos das células. Os campos de força criados pela radiação, imagina o cientista, podem dar um impulso extra em certos íons que atravessam a membrana celular e assim se perdem Liboff mostrou que as forças químicas próprias da membrana, também de origem eletromagnética, fazem os íons de cálcio vibrar de um lado para o outro dezesseis vezes por segundo, ou com uma freqüência de 16 hertz.

Esse número aparece em outras experiências, nas quais células expostas a ondas eletromagnéticas de 16 hertz perdem grande quantidade de íons de cálcio. Isso acontece, por exemplo, com as células cerebrais dos frangos expostos a uma radiação de 16 hertz. A conclusão de Liboff: quando a freqüência externa se iguala à freqüência natural das aberturas celulares, há uma ressonância: as forças eletromagnéticas internas e externas se somam, com inevitável aceleração dos íons. Tudo se passa como se a radiação externa escancarasse as portas químicas das células e desarranjasse a sua rotina normalmente ordeira



de radiação ionizante porque é intensa o bastante para arrancar um ou mais elétrons de um átomo e transformá-lo numa partícula eletricamente carregada, chamada íon. Mas essa proeza está bem distante da radiação de 60 hertz, cuja força poderia, no máximo, acelerar íons já existentes no corpo humano.

Por causa dessa força, os íons de cálcio, importantes mensageiros químicos das células, passaram a ser encarados como um dos possíveis alvos da radiação não-ionizante. Segundo o fisiologista americano Ross Adey, de Loma Linda, Califórnia, um dos mais insistentes estudiosos do problema, as ondas eletromagnéticas facilitam o fluxo daqueles íons para fora das células, algo que pode alterar suas funções normais, incluindo o seu ritmo de reprodução, um dado crucial nas transformações cancerosas (*quadro*). A proposta faz sentido, especialmente porque se sabe que, quando a célula é estimulada a crescer, ocorrem mudanças drásticas no seu estoque de íons de carga positiva. Ora, uma das maneiras de saber se uma célula é cancerosa é medir o seu pH, ou seja, o número de cargas positivas. "As células tumorais se caracterizam por ter um pH mais alto", explica a bioquímica e bióloga molecular Mari Armelin, da Universidade de São Paulo. A hipótese de Adey, portanto, pode abrir uma trilha promissora na investigação, embora seja apenas um primeiro passo. Em princípio, a leucemia nada tem a ver com as ondas eletromagnéticas, pois até onde se sabe a doença começa com um desarranjo nos genes — um gene de nome *abl*, que funciona apenas ocasionalmente, incorpora um pedaço de outro gene e dispara a trabalhar fora de hora, iniciando a transformação maligna. O desarranjo original pode surgir por causa de um vírus, ou pode ser provocado por alguma toxina, como a cafeína ou o alcatrão do cigarro. O resultado final é um aumento desmesurado no número das células do sangue — o crescimento é tão grande que elas passam a competir com o organismo por alimento e o paciente acaba abatido por inanição.

A ponta do iceberg está à vista. Mas isso é pouco

A radiação de baixa freqüência também tem sido associada a diversos outros distúrbios, como a fadiga e a depressão; por causa disso, nos países do Leste europeu existe restrição à intensidade dos campos eletromagnéticos a que as pessoas possam ficar expostas. Na Polônia, por exemplo, a permanência por tempo indeterminado se limita a locais onde a radiação não supera certo patamar — o limite é fixado em termos do campo elétrico e vale 1 quilovolt por metro (ou 1 kV/m). Sob um fio de alta tensão, o campo elétrico chega a 10 kV/m. Na União Soviética, não se admite que alguém permaneça mais de três horas por dia sob um campo de 10 kV/m, ou mais de 10 minutos sob um campo de 20 kV/m. A expectativa é de que, a julgar pelo volume de pesquisas em curso, a preocupante pergunta sobre o nexo entre eletricidade e câncer não demore muito a ser respondida. Pode acontecer, no entanto, que a polêmica persista, à falta de resultados absolutamente conclusivos — o que não é raro em ciência. Nesse caso, como diz David Carpenter, diretor da Escola de Saúde Pública do Estado de Nova York, continuaremos a ver a ponta do iceberg sem ter idéia do seu tamanho exato. "E isso nos deve preocupar a todos." ■

Flávio Dieguez

Para saber mais

A evolução da Física, Albert Einstein e Leopold Infeld. Zahar, Rio, 1980

TERRA
Terra. Sempre um encontro importante.

AGRICULTURA

Plantando o futuro

A ciência semeia a lavoura do século XXI: vegetais criados por Engenharia Genética, satélites que dizem a hora de matar as pragas, robôs que aram e fertilizam o solo — e até culturas sem solo algum

No limiar dos tempos, o homem obtinha os alimentos simplesmente aproveitando os recursos que a natureza lhe fornecia. A contar de 10 mil anos atrás, quando começou a substituir a coleta pelo cultivo, aprendeu a selecionar as plantas mais produtivas. Mas as poucas alterações possíveis eram quase sempre lentas e casuais. Depois, durante milhares de anos, foi descobrindo as técnicas dos cruzamentos para aumentar o rendimento das plantações. Hoje, por meio da Biotecnologia, tornou-se possível semear em laboratório as plantas mais convenientes para a alimentação. Em princípio, já é possível abrir as células de um simples vegetal do deserto, sem valor nutritivo, e roubar-lhe as instruções químicas, os genes, que lhe permitem viver com pouca água. Os genes podem, então, ser embutidos, por exemplo, nas células do milho, ampliando as possibilidades dessa cultura essencial para o homem. Na Universidade de San Diego, nos Estados Unidos, nasceu uma planta de fumo dotada de genes do vaga-lume. Em conseqüência, brilha no escuro. Em outro tipo de experiência, minúsculos fragmentos de uma planta — a ponta de uma folha, por exemplo — são cuidadosamente tratados com hormônios vegetais até se transformarem em milhares de plantas completas, todas idênticas entre si. No Brasil, essa técnica já se tornou rotina, permitindo produzir mudas de batata absolutamente iguais e isentas de qualquer doença, prontas para o plantio em larga escala. Algo parecido possibilita cortar e replantar uma vasta área de eucaliptos com árvores melhoradas, mais eficientes ou com menor custo de produção. Mas, além da Biologia, a nova agricultura pode contar com os recursos da Eletrônica. A época em que o agricultor planejava seu trabalho simplesmente olhando para o céu já se tornou passado distante. Atualmente, ele se vale de satélites e computadores para analisar o curso do clima, a qualidade do solo e o desenvolvimento das plantas. Robôs colheitadores, adubadores e semeadores já percorrem os campos. Nem todas as inovações experimentais se tornarão realidade, necessariamente, mas essas experiências acenam com a possibilidade de um mundo mais bem alimentado e, portanto, mais saudável. A seguir, uma amostra dos caminhos mais promissores.

A Biotecnologia já permite criar em laboratório variedades de plantas mais convenientes, multiplicando o rendimento de culturas essenciais para o homem

1 Quimeras do reino vegetal

O trivial feijão brasileiro pode se transformar, no futuro, em algo como a mitológica Quimera grega, um ser com corpo de cabra e cabeça de leão. Esse pelo menos é o projeto do biólogo Luiz Antonio Barreto de Castro, do Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), em Brasília. Sua meta é criar uma variedade de feijão que tenha uma parte — um microscópico gene — da castanheira-do-pará, árvore que alcança 40 metros de altura. Com isso, o feijão "aprenderia" a fabricar a albumina, uma proteína nutritiva que o organismo humano não fabrica, embora precise dela para sobreviver. O gene extraído da castanheira é enxertado na bactéria *Agrobacterium tumefaciens*, que infecta as células do feijão. Agente natural de câncer nas plantas, a bactéria foi transformada em inofensivo meio de inserir os genes no feijoeiro.

Cruzamento também surpreendente fizeram os biólogos canadenses da Universidade de Laval, na cidade de Quebec. Eles descobriram que é possível cruzar o trigo com o milho, ao contrário do que atestavam todas as experiências. O híbrido resultante é empacotado, um a um, na própria plantação, para evitar fecundações acidentais. Vencendo a barreira do impossível, procuram-se igualmente plantas capazes de sobreviver nas condições mais adversas. No Instituto Internacional do Arroz, nas Filipinas, o objetivo é criar uma variedade do cereal que cresça em ambientes menos úmidos do que as várzeas usuais. De outra parte, se os estudos do biólogo Jordi Gómez, do Centro de Investigação e Desenvolvimento de Barcelona, na Espanha, estiverem corretos, um dia será possível cultivar milho em pleno deserto. Ele descobriu numa variedade de milho selvagem genes de resistência à desidratação, que garantiriam a sobrevivência dos exemplares cultivados — mais frágeis. ■

Planta de fumo dotada de genes do vaga-lume brilha no escuro (acima). Nos centros de pesquisa, crescem vegetais cuja bagagem hereditária foi alterada

Híbrido de trigo com milho empacotado para evitar fecundações acidentais (ao alto). Johanna descobriu bactéria que fixa nitrogênio na cana-de-açúcar

2 Metade planta, metade animal

Um dos desafios mais extravagantes da nova Genética, uma idéia que só vicejava bem na literatura de ficção científica, é a criação de um ser metade planta, metade animal. Pois na Scripps Research Foundation, na Califórnia, foi efetivamente gerado um híbrido de rato e de planta de fumo, para produzir anticorpos, muito usados na Medicina em diagnósticos — injetados no corpo de um paciente, prendem-se aos eventuais agentes agressores, como vírus e bactérias, e os denunciam. Essas substâncias de defesa do organismo são sintetizadas nas células do rato por ordem de um gene que, depois de transferido para a planta, passa a trabalhar nas suas folhas. Moídas, elas se tornam fonte abundante de uma mercadoria que, justamente por ser difícil de obter, vale cem vezes o preço do ouro. Substituindo-se o fumo por plantas leguminosas de rápido crescimento, o preço dos anticorpos poderá cair até 5 000 vezes. ■

3 Pragas doentes, culturas sadias

A empresa britânica Agricultural Genetics está transferindo para as próprias plantas a tarefa de combater as pragas agrícolas. Os genes que comandam a produção de certas toxinas nas bactérias foram isolados e incorporados diretamente ao material genético de algumas plantas. É o caso de um gene repassado às sementes de milho híbrido. Estas, ao serem atacadas pelas pragas lagarta-do-solo e broca-européia, as intoxicarão. A toxina produzida pelo gene evitará a multiplicação de uma proteína vital ao sistema digestivo das lagartas.

Na Bélgica, criou-se uma planta de fumo com genes da bactéria *Bacillus thuringiensis*, que costuma eliminar a lagarta *Manduca sexta*, excretando uma toxina fatal. Se bem-sucedidas, essas experiências prometem substituir os pesticidas químicos por inseticidas biológicos vivos, que infectam e matam as pragas sem prejudicar o meio ambiente. O biólogo Otávio Henrique Pavan, da Universidade de Campinas, trabalhou dez anos para aprimorar a pestilência do vírus DsGV, que ataca naturalmente a broca-da-cana e a lagarta da soja. Acabou produzindo um inseticida vivo e seguro contra essas pragas, muito comuns no país.

O vírus multiplica-se até 100 milhões de vezes nas células do intestino dos insetos, os quais podem contaminar outros num raio de 10 000 metros quadrados. "Nosso trabalho foi melhorar a linhagem do DsGV por seleção genética, de modo que ele possa matar 95% das pragas expostas, em vez de apenas 5%, como na natureza." Como os insetos ainda resistem por alguns dias — período em que continuam destruindo a plantação —, o entomologista americano Bruce Hammock, da Universidade da Califórnia, criou um vírus inseticida que inibe o apetite dos insetos até a morte. Para tanto, acrescentou nos vírus o gene que produz a enzima JHE, capaz de desativar o chamado hormônio juvenil, que controla o apetite das pragas em certas fases de crescimento. Ao se re-

produzir no interior dos insetos, o vírus dispara a produção da enzima e corta sua fome. Outra linha de pesquisa procura aumentar a resistência das plantas aos herbicidas, que geralmente incomodam tanto as culturas quanto as ervas daninhas a eliminar. Nos Estados Unidos, por exemplo, uma planta de fumo ganhou os genes anti-herbicidas da bactéria *Salmonella thyphimurium*. Na Universidade de Campinas, o biólogo Paulo Arruda bombardeia o núcleo das células de milho na esperança de conferir-lhes essa aptidão. ■

4 Fertilizantes vivos

Há muito se sabe que plantas do grupo das leguminosas, como o feijão e a soja, têm a capacidade de fertilizar o solo. Isso deve-se à simbiose dessas plantas com bactérias que captam o nitrogênio do ar. Biotecnólogos empenhados em modificar essas bactérias a fim de que passem a trabalhar também para os cereais, como o milho, o arroz ou o trigo, foram surpreendidos por uma descoberta da agrônoma brasileira Johanna Dobereiner, do Centro Nacional de Biologia do Solo, no Rio de Janeiro. No ano passado, ela anunciou que a bactéria *Acetobacter diazotrophicus* pode captar nitrogênio para a cana-de-açúcar, pertencente, como os cereais, à família das gramíneas. Espera-se que agora seja mais fácil criar uma bactéria adubadora para essas importantes culturas.

Segundo Johanna, é possível dispensar de imediato as 240 000 toneladas de nitrogênio químico aplicadas anualmente nos 40 000 quilômetros quadrados de lavoura de cana no Brasil, com uma economia de pelo menos 150 milhões de dólares. As experiências revelam de resto que o adubo era desnecessário: a cana passa perfeitamente bem sem a química e, se for bem irrigada, pode duplicar sua produção normal. Por esse trabalho, a agrônoma, que recebeu o prêmio científico da ONU em 1989, pesquisa agora a presença dessas bactérias na batata-doce e na mandioca. No ano passado, os americanos anunciaram a descoberta de outras bactérias que, além de fixar nitrogênio, também são capazes de captar carbono de material orgânico, constituindo grandes fontes de enriquecimento do solo. ■

Cultivo de tomates sem solo, substituído por um polímero que absorve 700 vezes o seu peso em água (acima). ***Computadores controlam as condições ideais para o crescimento de plantas*** (abaixo), ***enquanto robôs colhem frutas de acordo com certas especificações*** (acima, à direita)

5 Informática em campo

São cada vez mais comuns em países desenvolvidos as lavouras informatizadas. Desse modo, tornou-se possível apressar o controle do custo de produção, dos preços de venda, das últimas cotações do mercado. A Informática permite ainda manipular o cultivo de acordo com um banco de dados sobre os tipos de cultura e os cuidados mais apropriados em função da hora do dia, da temperatura, umidade, evaporação e concentração de gás carbônico. Um bom exemplo é a Rede Agritex canadense, por meio da qual milhares de agricultores do país têm acesso imediato por rádio a um grande número de informações. Integrada por satélite a diversos bancos de dados internacionais, a rede liga as diversas áreas de cultivo com 3 600 quilômetros de cabos de fibra ótica.

Já existem também certos sistemas de automação que regulam o fluxo de água e de fertilizantes numa rede de encanamentos que percorre a plantação. Sempre procurando diminuir a participação humana nas atividades mais penosas, os engenheiros criam máquinas que trabalham de forma cada vez mais independente. O robô agrícola Citrus, concebido na Espanha, compõe-se de um trator que se desloca sozinho entre as árvores frutíferas. Equipado com computadores, um sistema ótico e um braço articulado, pode colher frutas de acordo com a cor, tamanho e forma. Calcula-se que seu trabalho possa render sessenta unidades por minuto, em vez das oito ou nove que se conseguem manualmente. Os tratores computadorizados do futuro seriam capazes de cavar a terra, removê-la, triturá-la, fertilizá-la, adicionar-lhe herbicidas e inseticidas e finalmente depositá-la novamente para receber as sementes — tudo isso sem que o agricultor precise mexer um dedo. ■

6 Cultivo sem solo

O Instituto de Física e Química Orgânica da Bielo-Rússia, União Soviética, chegou ao cúmulo: seus pesquisadores procuram dispensar o que há de mais indispensável na agricultura — o solo. Sua meta é aprimorar um suporte artificial de plástico, enriquecido com minerais, para receber comodamente as raízes das verduras. O protótipo original foi criado para funcionar na estação espacial Salyut. Alguns tipos mais antigos de solo artificial já chegavam a dispensar a terra, substituída por uma espécie de grão de plástico capaz de absorver 700 vezes o seu peso em água — trata-se das culturas hidropônicas, consideradas vantajosas nas regiões secas. Os avanços práticos mais impressionantes dos últimos tempos consistem na recuperação de áreas desérticas em Israel. Especialistas da Faculdade de Tecnologia Agrícola do Technion, em Haifa, por exemplo, introduziram capas de asfalto ou de plástico debaixo da terra a fim de reter a água das poucas chuvas ao alcance das raízes das plantas. ■

E Assim Caminha a Humanidade.

Sabendo onde quer chegar. Com muito mais liberdade. Calçando um sapato de personalidade urbana. Urbe Line por Guaraldo. Com ele você vai longe.

URBE

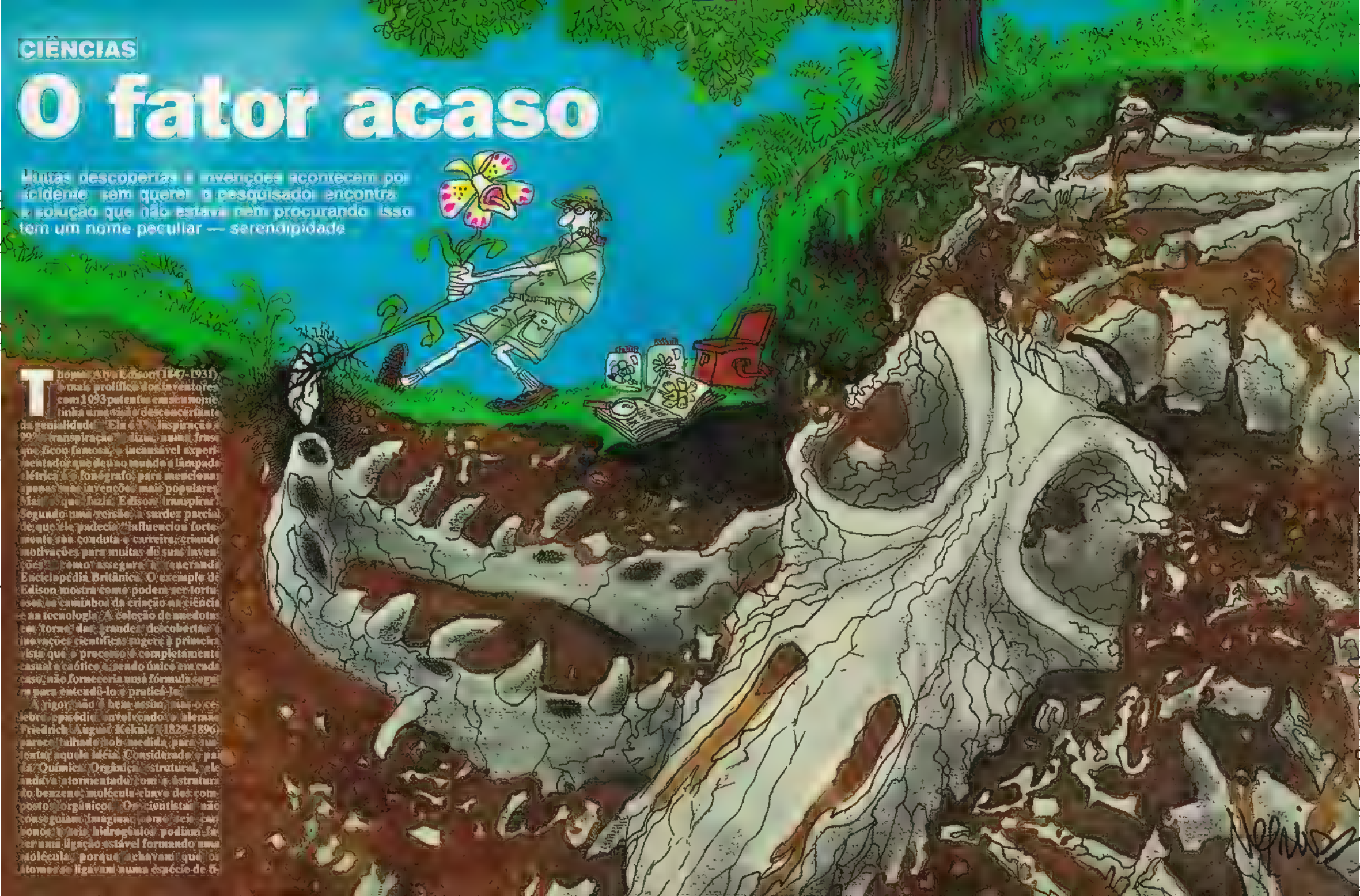
Guaraldo

(016) 723-1000

CIÊNCIAS

O fator acaso

Muitas descobertas e invenções acontecem por acidente: sem querer, o pesquisador encontra a solução que não estava nem procurando. Isso tem um nome peculiar — serendipidade



Thomas Alva Edison (1847-1931), o mais prolífico dos inventores, com 1093 patentes em seu nome, tinha uma teoria desconcertante da genialidade. "Ela é 1% inspiração e 99% transpiração", disse, numa frase que ficou famosa, o incansável experimentador que deu ao mundo a lâmpada elétrica e o fonógrafo, para mencionar apenas suas invenções mais populares. Mas o que fazia Edison transpirar? Segundo uma versão, a surdez parcial de que ele padecia influenciou fortemente sua conduta e carreira, criando motivações para muitas de suas invenções. Como assegura a Enciclopédia Britânica, o exemplo de Edison mostra como podem ser fortuitos os caminhos da criação em ciência e na tecnologia. A coleção de anedotas em torno das grandes descobertas e inovações científicas sugere a primeira vista que o processo é completamente casual e caótico, e sendo único em cada caso, não forneceria uma fórmula segura para entendê-lo e praticá-lo.

A rigor, não é bem assim. Um dos célebres episódios envolvendo o alemão Friedrich August Kekulé (1829-1896) parece ter sido sob medida para ilustrar aquela idéia. Considerado o pai da Química Orgânica estrutural, ele andava atormentado com a estrutura do benzeno, molécula-chave dos compostos orgânicos. Os cientistas não conseguiam imaginar como seis carbonos e seis hidrogênios podiam fazer uma ligação estável formando uma molécula, porque achavam que os átomos se ligavam numa espécie de fi-

Bola de bilhar fez surgir o celulóide

la indiana. Um dia Kekulé foi acordado no momento em que sonhava com uma serpente que engolia a própria cauda. Sigmund Freud (1856-1939), criador da Psicanálise e do conceito de símbolo fálico, pensaria em outra coisa, mas Kekulé viu prontamente que o sonho continha a solução do problema que o afligia: em vez de fila indiana, uma molécula em forma de anel fechado.

A Química está repleta de acidentes que resultaram em grandes achados. Um dos mais notáveis acaba de completar cinqüenta anos. No dia 15 de maio de 1940, as lojas de Nova York foram invadidas por multidões femininas ávidas pela primeira compra de meias de náilon — 4 milhões de pares foram vendidos em poucas horas. No entanto, esse nunca por demais louvado aperfeiçoamento da anatomia feminina, com certeza o maior em toda a história do *Homo sapiens sapiens*, nasceu do acaso. O náilon era apenas um dos inumeráveis polímeros testados pela Du Pont, posto de lado, sem ser patenteado, por ter um ponto de fusão baixo. O químico Julian Hill, brincando com esse rejeito industrial, enfiou um bastão de vidro no composto e, ao retirá-lo, notou que se formavam fiapos muito delgados que secavam com a aparência de fios de seda. No processo de espichamento a frio, formavam polímeros — uma cadeia molecular longa, linear e resistente como as fibras naturais produzidas em escassa quantidade pelo bicho-da-seda.

Os príncipes de Serendip e seus felizes achados

Outras vezes pesquisadores descobriram coisas completamente diferentes do que buscavam. O inventor americano John Wesley Hyatt (1837-1920) perseguia febrilmente uma maneira de fazer bolas de bilhar sintéticas, para substituir o produto fabricado com o caro marfim. Ele chegou a uma bola muito boa, à base de nitrato de celulose, polpa de papel e serragem, que tinha porém um inconveniente desagradável: tacadas mais certeiras faziam explodir o nitrato, um dos componentes da dinamite. Isso eventualmente poderia tornar o jogo mais excitante, mas os apreciadores do esporte não gostaram e a bola de Hyatt foi um fracasso. Ele não desistiu. Patenteou o celulóide, o tipo de plástico que acabou se tornando matéria-prima milionária para a confecção de colarinhos, canetas, pentes, embalagens de toda natureza e substrato de filmes.

Um livro publicado em 1989 nos Estados Unidos, *Serendipity — Accidental discoveries in science* ("Serendipidade — descobertas acidentais na ciência", ainda não editado no Brasil), de autoria de Royston M. Roberts, professor de Química na Universidade do Texas, arrola centenas desses achados casuais. A palavra serendipidade não consta dos dicionários da língua portuguesa. Vem do árabe Sarandib, antigo nome da Ilha do Ceilão, atual Sri Lanka. O termo foi empregado pela primeira vez pelo escritor inglês Horace Walpole (1717-1797) para designar o dom de achar coisas valiosas ou agradáveis não procuradas. Numa carta, Walpole comentou um conto de fadas persa, "Os três príncipes de Serendip", no qual eles "estavam sempre realizando alguma descoberta, por acidente ou sagacidade, de coisas das quais não estavam em busca". Daí, cunhou *serendipity* para expressar essas felizes descobertas.

Mas, ao mencionar a sagacidade como um dos caminhos para a descoberta, Walpole ilumina um pouco mais a questão, mostrando que a invenção nunca é puramente acidental e caótica. Como Louis Pasteur (1822-1895), o inventor da pasteurização e da vacina anti-rábica, disse certa vez, "o acaso só favorece a mente preparada". Ou seja, qualquer um pode sonhar com cobras (e aproveitar a deixa para jogar no bicho), mas na mente preparada do químico Kekulé pode-se dizer que o sonho já continha a metáfora da solução que ele tanto procurava. O estalo que teve ao despertar consistiu em decifrar a mensagem que ele próprio havia escrito. O argumento de Pasteur vale também para o leigo que espichasse o náilon gosmento — nunca iria perceber a utilidade da coisa.

Excesso de moscas levou à descoberta da insulina

"As idéias não caem do céu como se viessem do nada", observa a professora Amélia Hamburger, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, uma estudiosa da História da Ciência. "É claro que há um componente aleatório no processo de descoberta e as pessoas devem estar atentas a todo instante para reconhecer uma coisa nova", argumenta ela. "Mas, fundamentalmente, tanto na técnica quanto na ciência, é necessário ter uma grande familiaridade com o assunto." Às vezes, coisas prosaicas podem fazer toda a diferença para a mente preparada. Em 1889, os alemães Joseph von Mering e Oscar Minkowski estavam estudando a função do pâncreas na digestão. Tiraram o órgão de um cachorro para ver o que acontecia. O cão, estropiado, continuou vivo, mas os pesquisadores notaram que a quantidade de moscas tinha aumentado muito no laboratório depois da operação. Um enxame delas disputava furiosamente a urina do animal. Em vez de demitir o subalterno que cuidava da higiene do local, a dupla resolveu estudar a urina do bicho e descobriu que ela estava inundada de açúcar, um sinal já conhecido do diabete.

Mering e Minkowski perceberam imediatamente que o pâncreas devia produzir alguma substância controladora do uso do açúcar no organismo. A insulina, que faltava na urina e no

A miragem do moto perpétuo

A descoberta mais ambicionada por inventores desavisados (ou escroques) é a máquina conhecida como moto perpétuo. Ela seria capaz de girar e até de produzir trabalho eternamente de forma gratuita — um sonho que a humanidade persegue há milênios. A história distingue dois tipos de inventores que cultivam esse delírio. Os que desconhecem ingenuamente as implacáveis leis da termodinâmica e os charlatães. O mais notável representante desse último grupo foi sem dúvida John Worrel Keely, um corpulento mecânico da Filadélfia de quase 2 metros de altura que anunciou em 1875 a construção de um moto perpétuo.

Era um motor que acionava um gerador que por sua vez devolvia energia ao motor, com um excesso que aparentemente poderia ser aproveitado. Um complicado labirinto de tubos escondia um intricado sistema de vapor que seria, segundo Keely, o segredo principal. "Um bocado de água tem vapor capaz de produzir força suficiente para mudar a trajetória da Terra", gabava-se ele aos curiosos que pagavam ingresso para ver o que era considerado a oitava maravilha do mundo. Keely arrecadou, até a sua morte, em 1898, nada menos de 1 milhão de dólares. Seu filho e herdeiro pôs tudo a perder ao abrir a casa do pai à visitação pública. No porão descobriu-se um reservatório de ar comprimido, a verdadeira fonte do movimento perpétuo.

A maioria dos caçadores do moto perpétuo, no entanto, eram pessoas ingênuas que acreditavam ser possível enganar a natureza, inspirados principalmente nas idéias do sábio Arquimedes (290 a.C.-212 a.C.) de Siracusa, Sicília. A alavanca e o parafuso, demonstrou ele, são engenhos que transformam uma pequena força numa grande ação. Isso deu origem a uma infinidade de engrenagens megalomaníacas. No século XIII, o arquiteto francês Villard de Honnecourt, por exemplo, fez uma roda com braços dobráveis. À medida que ela girava, os braços de baixo desdobravam-se, ficando maiores, enquanto os de cima dobravam-se, ficando menores. A idéia era produzir um efeito de alavanca em torno do eixo. No século XVI, o médico inglês Robert Fludd, de resto conhecido por sua paixão pelo ocultismo, fez um moinho em que parte da água derramada voltava ao nível superior por obra e graça de um parafuso.

Não havia até então nenhuma lei física que expressamente proibisse tais coisas, mas é claro que nenhuma dessas engenhocas funcionava. Somente em 1847 o físico alemão Hermann von Helmholtz (1821-1894) enunciaria a primeira lei da Termodinâmica, pela qual a energia é conservada, nunca criada ou destruída. Helmholtz provou ser impossível a água do parafuso de Fludd voltar ao nível de onde caíra sem algum gasto de energia na sua relevação. Outros tipos de máquina que pretendiam extrair trabalho sem usar diferenças de temperatura foram desmontados pela segunda lei da Termodinâmica formulada pelo francês Sadi Carnot (1796-1832): é impossível pôr um engenho a funcionar apenas extraindo calor do ambiente em que se encontra.

Embora essas máquinas milagrosas estejam desacreditadas desde o longínquo ano de 1775, quando a Academia de Ciências de Paris resolveu não responder à correspondência de candidatos a inventores do moto perpétuo, ainda hoje há quem perca tempo queimando neurônios para obter o milagre. O Escritório de Patentes dos Estados Unidos se recusa a examinar pedidos desse tipo, mas, por um descuido burocrático, registrou o último em 1974, sob o número 3 934 964. Naturalmente, o invento não funciona. Afinal, pilantras espertos podem burlar leis humanas tomando dinheiro de incautos mediante truques, mas ninguém pode contrariar as leis da natureza, que impedem tirar alguma coisa do nada.

Keely e o motor da fraude: no porão, a verdade

THE GRANGER COLLECTION

Germicida deu origem à aspirina

metabolismo do cão operado, foi descoberta finalmente em 1921 por Charles Best e John Macleod, da Universidade de Toronto, Canadá. A descoberta, que melhorou a vida de milhões de diabéticos, poderia ter demorado muito mais se 32 anos antes dois pesquisadores não estivessem atentos para reconhecer uma coisa nova, como diz a professora Amélia — no caso, as moscas que apareceram misteriosamente no laboratório.

O remédio mais popular da História, de seu lado, surgiu de um engano. Por volta de 1870, segundo o autor de *Serendipity*, o químico Felix Hoffman, da Bayer, estava procurando uma maneira de usar o fenol, um germicida em infecções. Testou um extrato de uma planta da espécie *Spiraea*, que continha fenol. Nos primeiros experimentos a pílula de Hoffman não teve a menor utilidade no combate à infecção, mas os pacientes notaram que ela era boa para baixar a febre e para abrandar dores como as causadas pela artrite. A substância ativa do extrato era o ácido acetilsalicílico. Em homenagem à planta, o medicamento foi batizado de aspirina. É bem possível que a cura de muitas doenças esteja dormindo num frasco empoeirado em algum laboratório à espera de um acaso — como o que ocorreu na descoberta da clorpromazina, substância psicoativa que foi testada como anestésico pré-operatório na década de 40.

De uma fórmula esquecida saíram os tranqüilizantes

Os franceses Jean Delay e Pierre Deniker ficaram surpreendidos com a "quietude eufórica" dos pacientes que tomavam a droga e resolveram experimentá-la em maníacos depressivos e esquizofrênicos. Foi uma revolução médica inesperada, acontecida do dia para a noite. A partir de então, pacientes esquizofrênicos, em fase mais branda da doença, puderam deixar os hospitais e levar uma vida quase normal. Essa descoberta que ninguém perseguia levou a outra, igualmente importante. Doses excessivas de clorpromazina, notaram os médicos, provocavam sintomas nítidos do mal de Parkinson, doença que atinge dramaticamente pessoas idosas. Já se sabia que o esquizofrênico tem uma superatividade de dopamina, um neurotransmissor, no cérebro. Se a clorpromazina reduz o efeito da dopamina e se ela provoca sintomas do mal de Parkinson em pessoas normais, então, logicamente, a doença é causada por uma escassez de dopamina. De fato, o uso de L-dopa, um precursor da dopamina, mostrou-se muito eficaz para minorar o sofrimento da moléstia.

Com o aparecimento dos grandes laboratórios químico-farmacêuticos, acidentes felizes desse tipo começaram a se multiplicar. Em abril de 1957, por exemplo, químicos do laboratório Hoffman-La Roche, na Suíça, receberam a ordem de abandonar as intermináveis experiências com variantes de substâncias químicas formadas por um ou mais anéis de carbono com átomos de nitrogênio. No momento de encerrar a rodada de experiências com tais drogas, um dos pesquisadores lembrou-se de que várias delas, sintetizadas dois anos antes, nunca tinham sido testadas. Daí surgiriam o Librium e o Valium, os tranqüilizantes mais receitados no mundo.

A lista de drogas descobertas dessa maneira é longa e inclui a ciclosporina, testada sem sucesso como anticancerígeno e arquivada por décadas até se mostrar a substância que viabilizou todo um novo capítulo da história da Medicina, como o remédio anti-rejeição que permitiu a rotina atual dos transplantes de órgãos. O AZT, a única droga efetiva até agora contra os sintomas da Aids, também foi um desses felizes equívocos — nos primeiros testes era também um medíocre medicamento anticâncer. Uma importante descoberta pode ficar na obscuridade enquanto ninguém souber direito para que serve. É comum dizer que a necessidade é a mãe da invenção, mas um balanço histórico mostra que nem sempre isso é verdadeiro. Ninguém imagina um grande escritório moderno sem uma copiadora xerox. O americano Chester Carson inventou o processo xerográfico em 1938 e teve de andar seis anos em busca de um financiador. Não achou. Fundou sua própria empresa e somente vinte anos depois viu o invento comercializado.

O fabricante de rádios não quis saber da FM

Uma descoberta pode ficar décadas no limbo por uma variedade de motivos. A razão mais citada — e na maioria das vezes falsa — é de que grandes grupos industriais sabotam o aparecimento de novidades. Mas, pelo menos em um caso documentado, isso aconteceu. Em 1933, o americano Edwin Armstrong inventou o rádio de frequência modulada (FM), que eliminava interferências e permitia a transmissão de sons em alta fidelidade. O dono da RCA Victor, David Sarnoff, amigo pessoal de Armstrong, rechaçou o invento unicamente porque a empresa não estava preparada para mudar seus enormes investimentos em transmissores de amplitude modulada (AM). Pior ainda, depois da Segunda Guerra Mundial as rádios FM começaram a proliferar e Armstrong enrolou-se em prolongadas batalhas judiciárias. Ao fim, as empresas, entre elas a RCA, foram condenadas a pagar-lhe mais de 20 milhões de dólares. Tarde demais, porém. De desgosto, Armstrong havia se suicidado em 1954. ■

Flávio Carvalho

Afogando em informações

Algumas pessoas têm enorme facilidade de inventar coisas. O difícil, para elas, é patentear suas invenções. Todo dia o Escritório de Patentes e Marcas Industriais dos Estados Unidos, o maior do mundo, recebe aproximadamente 12 000 pedidos de patentes, julgados por 3 300 peritos, distribuídos por 2 600 escritórios especializados, da fibra ótica à pescaria. Isso pode parecer muito bom para os amantes do saber, mas na verdade a situação caminha para algo que os especialistas qualificam como a grande inundação do conhecimento. Em menos de cinco anos a quantidade de informações armazenadas em todo o mundo — considerando patentes, trabalhos científicos e dados acumulados — vai ser tão grande que se tornará praticamente impossível manuseá-las.

Para se ter idéia de como evolui o armazenamento de ciência basta lembrar que há 5 000 anos não existiam livros. Na Idade Média, o poeta Dante Alighieri era considerado um sábio porque tinha uma biblioteca com 1 338 volumes. Hoje, a Biblioteca do Congresso dos Estados Unidos, a maior do mundo, tem 19 milhões de volumes. O programa espacial, em pouco mais de três décadas, gerou uma quantidade de informação duas vezes maior do que a contida na Biblioteca do Congresso. Nos próximos cinco anos, a contar da entrada em funcionamento do telescópio espacial Hubble e da bateria de satélites do Sistema de Observação da Terra, os coletores automáticos de informação e os sensores dessas naves vão despejar o equivalente a uma Biblioteca do Congresso por dia, em dados para análise.

Os efeitos da inundação já se fazem sentir: a existência do famoso buraco na camada de ozônio sobre a Antártida ficou registrada, incólume, nos bancos de dados do satélite Nimbus 7 durante cinco anos. E as melhores imagens de um grande vulcão extinto em Marte — o Olimpo, o maior do sistema solar — só foram descobertas dez anos depois que a sonda Viking as enviou para a Terra.

Aqui, 19 milhões de volumes

Proteção para a invenção

O Brasil foi o quinto país do mundo a adotar um sistema de patentes, com o alvará de 1809 de dom João VI. Mas o reconhecimento formal de um invento data de 1830, com a concessão, autorizada por dom Pedro I, do direito de exclusividade para a fabricação de uma cadeira de rodas a um certo Joaquim Marques de Oliveira. Inventores desde então não faltaram no país, mas na maioria dos casos as idéias tiveram melhor aproveitamento em países mais desenvolvidos. O padre gaúcho Landell de Moura, por exemplo, teria idealizado o primeiro telégrafo sem fio em 1893, três anos antes do italiano Marconi. Outro padre, o paraibano Francisco José de Azevedo, chegou a ganhar uma medalha de ouro na Exposição Nacional do Rio de Janeiro em 1861, para a sua máquina de escrever, mas quem industrializou a inovação foi a Remington americana, em 1873.

A lista é relativamente longa e inclui o padre Bartolomeu de Gusmão, inventor do aeróstato, e, naturalmente, Santos-Dumont com o avião, mas outros levaram a fama. Se os inventos não deram prestígio ao país, o sistema de patentes contribuiu muito para a industrialização. "O Estado tem interesse em democratizar o acesso ao conhecimento. A patente torna público um processo industrial. O inventor tem de redigir sua obra de forma que outra pessoa do ramo possa reproduzir", diz Maria Margarida Mittelbach, diretora de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). "Como recompensa para o inventor revelar seu processo, o Estado lhe confere o título de propriedade e exclui terceiros do uso de sua invenção sem autorização prévia." O INPI tem um acervo de 18 milhões de patentes, o maior da América Latina, à disposição de quem queira tirar proveito dos conhecimentos acumulados.

Padre Gusmão: lista longa

COSTUMES

Terra de trigo

É um dos alimentos mais antigos da história e o mais difundido do mundo. É também a principal fonte de calorias de origem vegetal consumidas pelo homem. Assombra pela variedade: há quem fale em 30 000 tipos

Uma planta que não exige práticas especiais, cresce depressa e dispensa muitos cuidados de conservação, sobretudo nos climas temperados

DAVID SEARELL ARCULAR

Apressou-se, pois, Abraão, para a tenda de Sara, e lhe disse: amassa depressa três medidas de flor de farinha e faze o pão assado ao borralho. (Gênese, 18:6)

Depois do fruto da árvore do bem e do mal, que despejou Adão e Eva do Paraíso, fala do trigo a mais antiga referência literária a respeito da história do alimento. Provas arqueológicas efetivamente atestam sua presença numa das mais remotas moradas conhecidas da humanidade, em Jarmo, no nordeste do que hoje é o Iraque, antiga Mesopotâmia, por volta de 7 000 a.C. Desde então, o produto se espalhou planeta afora — e não existe latitude ou longitude em que ele não germine. Existe trigo em Jericó, no Oriente Médio, 250 metros abaixo do nível do mar. E existe trigo no Tibete, na Ásia Central, 3 500 metros acima. Por sua tolerância espetacular, o trigo medra nas temporadas invernais, geladas da Islândia e também no calor selvagem da Etiópia. Na verdade, não se pode descrever nenhuma espécie de comida mais abrangente ou mais importante. Nem mesmo um irmão seu, o arroz.

Perdida pela eternidade, a matriz da raça

No globo todo, a matéria-prima essencial é sempre um grão. Pelo menos a metade dos solos cultivados da Terra se entrega a um gênero de cereal. Graças ao cereal a humanidade absorve aproximadamente 80% das calorias de que precisa. O trigo providencia 2/5 desse bolo. Mesmo nas duas nações mais superpovoadas e simultaneamente entre as menos bem alimentadas do planeta inteiro — a Índia e a China. Quase 55% das propriedades cultivadas da Austrália abrigam trigo. A sua plantação ajuda a sustentar vibrantemente as economias de países prósperos como os Estados Unidos e o Canadá. E cresce trigo de excelente qualidade em regiões tão diferentes como Cuba, Egito e Afeganistão.

Foi na Ásia, aliás, entre o Afeganistão e Israel, que o trigo se originou, naturalmente, em tempos imemoriais. Depois, provavelmente durante o Neolítico (entre 10 000 e 7 000 anos atrás), passou a ser semeado com alguma organização. Hoje, parece impossível acertar o número das suas variedades. Um botanista alemão, Helmuth Pelshenke, contabilizou 12 000. O cientista soviético Nicolai Vazilov, mais meti-

Era cultivado pelo homem do Neolítico

culoso, anotou 30 000. Toda essa multiplicidade — que alívio! — deriva de apenas duas raízes, o chamado trigo duro, ou *Triticum durum*, e o trigo comum, aquele que se utiliza na farinha de pão, o *Triticum vulgare*. Curiosamente e espetacularmente, do *T. durum* não se conhece nada além de dez ou doze derivações. Todas as outras fazem parte da genealogia do *T. vulgare* — entre as quais, perdida pela eternidade, certamente se situa a matriz da raça, a espécie espontânea de milênios atrás.

Na tentativa de colocar alguma ordem nessa imensa confusão, botânicos modernos acabaram dividindo os tipos de trigo em pelo menos três categorias, de acordo com o número de cromossomos encontráveis nas suas células de reprodução: sete, catorze ou 21 pares. As variedades primitivas, segundo essa proposição, ostentariam meros sete pares, como uma curiosa e prosaica planta etíope, em cuja espiga se aloja um único grão. As derivações do *T. vulgare*, por sua vez, se provam mais sofisticadas — em geral carregam catorze pares. No seu departamento seguramente se localiza o trigo bíblico, o *Kussemeth* de Abraão. Também o *T. durum* dispõe de catorze pares. A espécie é costumeiramente apelidada "trigo de macarrão", porque com ela os árabes e os sicilianos principiaram a perpetrar as suas massas nos entornos de 1100, 1200 depois de Cristo.

NAM GIOI

Da mastigação, veio a idéia de esmagar os grãos

Daí, um degrau acima, despontam os tipos de 21 pares, os híbridos contemporâneos — na verdade, aqueles dos últimos 2 000 anos que, por intenção ou acidente, desde os idos dos gregos e dos romanos, foram-se misturando e se aperfeiçoando. Por causa dessa verdadeira orgia de casamentos genéticos, descontrolados e não codificados, o cultivador de trigo, ao semeá-lo, raramente sabe que variedade, posteriormente, irá colher. O processo é enlouquecedor. Há ocasiões em que todas as sementes parecem exatamente iguais, de um tipo perfeitamente identificado e determinado. Então, cerfadas as espigas, se percebe que os grãos não oferecem uniformidade no formato, no tamanho ou mesmo na cor. Em geral, despontam, por exemplo, grãos amarelos e grãos vermelhos. Só que a sua proporção não se repete — ela se modifica, sim, doidamente, a cada nova safra.

Para complicar ainda mais a situação, os produtores americanos idealizaram a sua própria e independente classificação, a saber:

Trigo duro, vermelho, de inverno — De elevado teor de proteínas, utilizado na farinha de pães ultrafermentados e ricos.

Trigo duro, vermelho, de primavera — Com mais proteína ainda, utilizado no mesmo gênero de fabricação de pães, como os italianos.

Trigo duro, claro — Utilizado no macarrão.

Trigo branco — Utilizado em pães não-fermentados, massas para bolos, confeitos, bolachas e macarrão de segunda linha.

Trigo mole de inverno — Utilizado pouco seletivamente em pães, bolos, bolachas e confeitos de segunda linha.

As características de cada tipo ficam mais compreensíveis quando se analisa um grão de trigo e se descreve a sua composição interior. Fundamentalmente, um grão de trigo é formado por sua casca, por um endosperma e por um germe. A casca representa 14,5% do peso. O endosperma, 83%. O germe, 2,5%. Cada uma dessas partes difere da outra em termos de formulação química. O germe, no núcleo do grão, tem menos sais minerais e vitaminas, como acontece com a maioria dos cereais, o teor de tais substâncias diminui de fora para dentro. A moagem do trigo objetiva, basicamente, retirar a casca e separar o endosperma do germe. Do endosperma se consegue a farinha, em todas as suas possibilidades. Grosso modo, o endosperma de um trigo duro contém uma quantidade superior de amido. No processo de industrialização da farinha, que leva à fabricação do macarrão, esse amido se gelatiniza no cerne da massa, fazendo com que ela resista bem mais tempo às operações de cozimento — obtendo-se, assim, o chamado ponto *al dente*. Ao contrário, num macarrão com menos teor de amido, a massa amolece e às vezes se desfaz.

FERNANDO BUENO THE IMAGE BANK

Foi o ato instintivo da mastigação que sugeriu ao homem primitivo a idéia de esmagar os grãos de trigo entre duas lascas de rocha. Com o correr das décadas, a parcela inferior da pedra se transformou em cavidade, o princípio da teoria do pilão. Inicialmente, no nomadismo, usavam-se obviamente lascas portáteis. Quando o homem se assentou, sedentário, bateu-lhe a luz de trabalhar com peças bem maiores. Estava criado o moinho. Então, choveu. A água que se mesclou à farinha a transformou numa pasta macia. E essa pasta, depois de seca e autofermentada ao relento, se mostrou interessantemente comestível. Estava pronto o pão — sem querer.

Para a ocorrência desse resultado, contribui crucialmente um dos componentes do trigo, o glúten, matrimônio de duas proteínas que se tornam formidavelmente elásticas em contato com a umidade e o calor. Mais proteínas, logo, mais elasticidade. Mais elasticidade, mais espaços aerados no corpo da massa. Pois são esses espaços que induzem ao alojamento das leveduras, comunidades autoproliferantes que levam ao crescimento da massa. O homem primitivo não sabia disso. Apenas, por habitar cavernas, casas de pedra ou de madeira, cenários superlotados de fungos e de leveduras, a sua massa aumentava de volume sem esforços particulares. Alguém, mais esperto com certeza, um dia descobriu a maravilha de injetar os fungos recolhidos de uma parede ou de um tronco na sua pasta de trigo moído e água — e se encantou com a conseqüência sensacional, a massa que aumentava três quatro vezes o seu peso inicial.

Graças a essa peculiaridade rara, o trigo se transformou em parceiro obrigatório da evolução da humanidade. O cidadão do Neolítico já cultivava o trigo nos entornos de 7000 antes de Cristo, na região da Mesopotâmia, junto aos rios Eufrates e Tigre. A linguagem sumeriana, datada de 3100 a.C., gloriosamente informa que o homem de então já conseguia perpetrar oito bebidas diferentes, fermentadas a partir do trigo, possivelmente as mamães de todas as cervejas. A civilização sumeriana, aliás, chegava ao requinte de irrigar as suas plantações, de maneira a garantir as colheitas nas estações das secas. E a fascinação das tradições prossegue.

Por que motivo o pão sagrado dos hebreus, a *matzá*, não possui nenhum fermento em sua composição? Simplesmente porque os seguidores de Moisés se compeliram a fugir às pressas dos seus escravizadores no Egito. Na correria, não tiveram como acrescentar as leveduras de costume às suas massas, o seu farnel de viagem. Sobreviveram, de todo modo, com altanaria. E até hoje comemoram a façanha em sua Páscoa com a *matzá* sem fermento. Os fenícios denominaram um deus, Dagon, em honra do trigo. Atenas se transformou em uma potência marítima por causa da sua carência geográfica do produto — os gregos necessitavam buscá-lo além-oceano, no Oriente Médio. Nas suas assembléias populares, que se realizavam dez vezes a cada ano, os helênicos invariavelmente começavam os debates pelas análises dos relatórios a respeito dos estoques da preciosidade.

CORBIS-BETTMANN ANGLO AR

Campos de trigo se estendem pelos quatro cantos do mundo, graças à tolerância da planta aos extremos de frio e de calor. Acima, colheita no Canadá, um dos maiores produtores do cereal. Do peso dos grãos, a casca representa 14,5%, o endosperma, 83% e o germe, 2,5%

Cristóvão Colombo plantou sementes em Porto Rico

Roma assumiu o controle do Mediterrâneo nos arredores de 400 antes de Cristo porque uma derrota ateniense, em Siracusa, na ilha da Sicília, destruiu inteira a frota grega e lhe cortou os suprimentos de trigo, alimento indispensável à disciplina dos seus soldados. O expansionismo imperial de Roma, então, levou o trigo do Oriente Médio à Europa inteira. E o expansionismo imperial da Europa, através das navegações do século XVI, levou o trigo ao Novo Mundo. Cristóvão Colombo, pessoalmente, plantou as primeiras sementes nas Antilhas, em Isabela, Porto Rico. Os mesmos espanhóis desembarcaram o produto na Argentina. Aliás, o trigo não exige práticas especiais, cresce depressa e não pede muitos cuidados de conservação, principalmente nos climas temperados. Aguenta o frio e o calor — e apenas se incomoda quando o excesso de umidade se acompanha, simultaneamente, do excesso de temperatura. Ironia. O problema não ocorre porque essa dupla ação iniba o seu crescimento, muito ao contrário. Acontece porque o trigo se desenvolve excessivamente. Tanto, que sobe glorioso aos céus, numa luxúria visual de verdes — e não se preocupa em formar espigas. ■

Silvio Lancellotti

DITO & FEITO

O tirano morre e seu reinado termina. O mártir morre e seu reinado começa.

Sören Kierkegaard
1813-1855
Filósofo dinamarquês

Nossa geração não lamenta tanto os crimes dos perversos quanto o estarrecedor silêncio dos bondosos

Martin Luther King, Jr.
1929-1968
Líder negro americano

O homem é um animal que faz barganhas.

Adam Smith
1723-1790
Economista escocês

Que é o tempo? Se ninguém me perguntar, eu sei, mas se tiver de explicar a alguém, não saberei

Santo Agostinho
354-430
Teólogo romano

Tudo já foi dito uma vez, mas como ninguém escuta é preciso dizer de novo.

André Gide
1869-1951
Escritor francês

O problema do nosso tempo é que o futuro não é aquilo que costumava ser.

Paul Valéry
1871-1945
Poeta francês

As palavras antigas são as melhores; as breves, as melhores de todas.

Winston Churchill
1874-1965
Estadista inglês

Meu livro está escrito. Será lido ou no presente ou pela posteridade, não importa; pode bem esperar um leitor pois Deus esperou 6 mil anos por um intérprete de sua palavra.

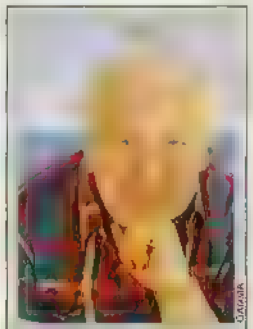
Johannes Kepler
1571-1630
Astrônomo alemão

A Medicina só pode curar as doenças curáveis.

Provérbio chinês

As idéias não são responsáveis pelo que os homens fazem delas.

Werner Heisenberg
1901-1976
Físico alemão



Não há quem pare o progresso. Deus criou o mundo em seis dias e o que temos hoje? A semana de cinco dias.

Peter Ustinov
1921-
Ator inglês

A literatura pode ser uma boa terapia pessoal, uma espécie de psicanálise pela qual não se paga ao psicanalista.

Max Frisch
1911
Escritor suíço

Não existe o esquecimento total: as pegadas impressas na alma são indestrutíveis.

Thomas De Quincey
1785-1859
Escritor inglês

Se não fosse eu...

Em 1669, o cientista inglês Isaac Newton divulgou um invento de sua lavra: o telescópio refletor. Em vez das lentes normalmente usadas, o novo equipamento funcionava com espelhos côncavos. Estes, além de não provocar alterações nas cores, permitiam construir um instrumento menor que os telescópios convencionais, refratores, mediam cerca de 1,80 metro de comprimento, o invento de Newton media apenas 15 centímetros. Isso porque a luz refletida, ao contrário da refratada, percorre um caminho menor dentro do instrumento, dispensando grandes espaços. Na época, Newton ainda não era o cientista prepotente em que se transformaria depois de ficar famoso. Quando comunicou à Royal Society seu invento, relatou que construíra tudo sozinho — ferramentas, espelhos, revestimentos. E explicou, com uma pitada do estilo que lhe valeria tantas inimizades: "Se tivesse esperado que outros fizessem minhas coisas, não teria feito nada do que fiz".

O meteoro colorido que surge depois da chuva

AGUINALDO RAMOS

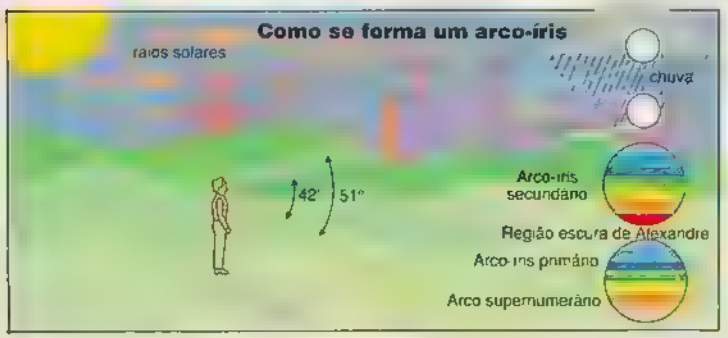
Por Ronaldo Rogério de Freitas Mourão

Desde a Pré-História, o homem fascinado por um dos mais belos meteoros atmosféricos — o arco-íris — procurou uma explicação para o espetáculo que observava no céu, geralmente quando o Sol reaparecia depois de uma chuva. Com o passar do tempo e o avanço da ciência, especialmente da Matemática e da Física, foi possível explicar racionalmente o fenômeno. Assim, no século V a.C., o grego Anaxágoras afirmava que o arco-íris era causado pela reflexão da luz do Sol nas nuvens. Esta era a idéia mais exata que se tinha desse meteoro na época.

Alexandre de Afrodísias, outro grego, foi o primeiro a descrever, no século III, uma região escura entre o arco-íris primário e o secundário. Em sua homenagem, essa área foi chamada de faixa escura de Alexandre. Dez séculos depois, o inglês Roger Bacon (1214-1294) mediu pela primeira vez o ângulo formado entre os raios de arco-íris e os raios incidentes da luz solar. Obteve o resultado de 42 graus e determinou que o arco secundário situava-se cerca de 8 graus acima do primário — valores muito próximos dos reais. Ao afirmar que a existência de colorações no arco-íris sugeria que além da refração devia ocorrer também o fenômeno da dispersão, o matemático polonês Vitello (1225-1290) avançou um pouco mais no sentido de solucionar o problema.

Em 1304, o monge alemão Theodoric de Freiberg (1250-1310) em seu tratado *De l'arc-en-ciel*, reagiu contra a idéia de que o arco-íris resultasse de uma reflexão da luz solar nas gotas de chuva de uma nuvem. Ao contrário, ele sugeria que cada gotícula seria capaz de individualmente produzir um arco-íris. Para comprovar a hipótese, Freiberg experimentou com uma gotícula de água ampliada, ou seja, com um frasco esférico de vidro cheio de água. Traçou assim o caminho dos raios luminosos que produzem o arco-íris. As idéias de Freiberg permaneceram desconhecidas durante três séculos, até serem redescobertas pelo filósofo francês René Descartes (1596-1650).

Como Freiberg, Descartes mostrou em 1637 na teoria e na prática que o arco-íris principal é proveniente dos raios luminosos que, após penetrarem nas gotículas de água, são refletidos na superfície interna da gotícula da qual emergem para formar o arco primário, o mais brilhante. Nele se vêem as cores violeta, azul, azul-escuro, verde, amarelo, laranja e vermelho. O arco secundário é formado pelos raios luminosos depois que estes sofrem duas reflexões internas. Como em cada reflexão ocorre uma perda de luz, o arco secundário é sempre mais fraco. Descartes, no entanto, não conseguiu explicar a presença das cores. Isso só ocorreu trinta anos mais tarde, quando o celebre cientista inglês Isaac Newton (1643-1727) compreendeu que a luz branca é uma mistura da luz de todas as cores e que o índice de refração da água (ou todo material transparente) é ligeiramente diferente para as diversas cores. Assim, o vermelho refrata-se menos que o azul ao passar da água para a atmosfera. Apesar de já possuir a solução do problema das cores no arco-íris por ocasião da primeira edição da obra *Opticks* (1672), Newton guardou silêncio até a segunda edição em 1704.



Na realidade, ele completou os trabalhos de Descartes com a matematização do fenômeno do arco-íris, ao elaborar uma teoria ótica elementar, na qual explicou o aparecimento das diversas colorações, bem como sua seqüência. Para Newton, "a luz que passa através de uma gotícula de chuva depois de duas refrações é suficiente para formar um arco sensível". Já os arcos supernumerários ou arcos de interferência, tênues anéis coloridos que aparecem ocasionalmente dentro do arco primário, foram explicados em 1803 pelo físico inglês Thomas Young (1773-1829), como um efeito de interferência provocado pelos raios luminosos refratados no interior das gotículas de água.

Em 1959, o físico americano Carl D Walker, em seu livro *The Rainbow from myth of mathematics*, relatou que o matemático holandês Johann Bernoulli (1667-1748) sugerira que um terceiro arco ainda mais tênue poderia ser visível às águias ou aos linces, mas não aos olhos humanos. Um dos trabalhos mais recentes sobre o arco-íris é do físico brasileiro Moisés Nussenzweig que desenvolveu uma complexa teoria matemática sobre o fenômeno. ■

Ronaldo Rogério de Freitas Mourão é astrônomo e membro da União Astronômica Internacional

EVENTOS DO MÊS

✓Constelações
Ofiúco, que aparece ao norte próximo ao zênite, às 20 horas, é a constelação que na Antigüidade compunha o conjunto chamado Serpentário. Depois de Ofiuco, encontramos a constelação da Águia, onde se destaca a estrela Altair, distante 16 anos-luz do Sol. Outra constelação importante no céu do mês é Aquário. Utilizando-se uma luneta de 5 centímetros de diâmetro, é possível observar inúmeras binárias como Tau do Aquário, que ao lado de Lambda e Delta se constitui num belo sistema duplo com componentes coloridas de branco e vermelho.

✓Fases da Lua
Lua cheia, dia 6, às 11h19min; Quarto minguante, dia 13, às 12h54min; Lua nova, dia 20, às 9h39min; Quarto crescente, dia 28, às 4h34min. A luz cinzenta pode ser observada entre os dias 20 e 22.

✓Eclipse parcial da Lua
Os brasileiros que estiverem viajando pela Austrália, Nova Zelândia, Oceano Índico e Pacífico (região leste), Antártida e Ásia, poderão observar o eclipse do dia 6, que será invisível no Brasil.

✓Meteoros
No dia 12 ocorre a máxima atividade dos Perseídeos. Estão visíveis na constelação de Perseus, no período de 23 de julho a 20 de agosto, no horizonte do nordeste, próximo ao zênite, às 4 horas. Podem atingir uma freqüência de 70 por hora. No dia 27, aparecem os meteoros do enxame Pi Eridanídeos, com radiante na constelação de Eridano. Rápidos, deixam rastros após sua passagem. Com taxa horária variável, essa chuva estará no zênite às 5 horas.

✓Planetas
•**Mercúrio:** melhor observá-lo após o pôr-do-sol, em meados do mês (magnitude: +0,5), quando o planeta estiver próximo à sua máxima elongação ao Sol, que ocorre no dia 11.

•**Saturno:** visível na constelação de Sagitário durante quase toda a noite (magnitude: +0,4), até às 3 horas.

•**Vênus:** será o objeto mais brilhante do céu matutino, após as 5h30min, antes do nascer do Sol do lado leste (magnitude, -3,7). No dia 12, Vênus está ao norte de Júpiter (0,04 graus).

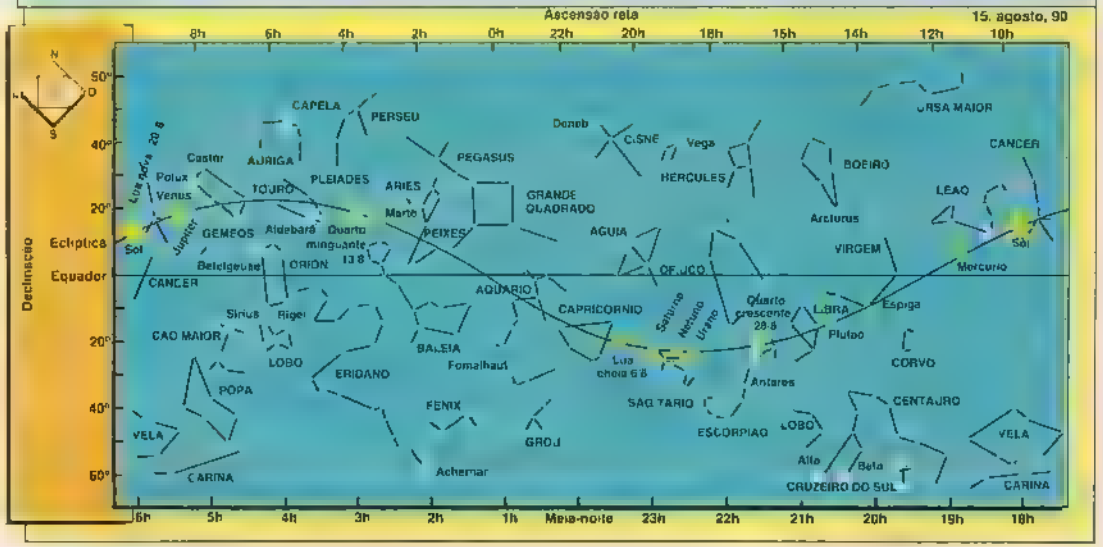
•**Marte:** visível na constelação de Carneiro após a meia-noite do lado leste (magnitude: -0,1).

•**Júpiter:** visível antes do nascer do Sol, na constelação de Gêmeos, após as 5 horas, como astro matutino (magnitude: 1,4).

•**Urano:** visível com uma luneta, durante quase toda a noite até às 3 horas, na constelação de Sagitário (magnitude: +5,9).

•**Netuno:** visível com uma luneta na constelação de Sagitário, durante quase toda a noite (magnitude: +7,7), até às 2 horas.

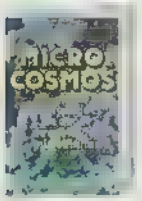
Para os iniciantes, o ponto de referência para localizar os planetas é a Lua. No dia 4, Saturno estará ao norte; no dia 13, Marte estará ao Sul; no dia 18, Júpiter estará ao sul e Vênus ao norte; no dia 22, Mercúrio estará ao norte; no dia 30, Urano estará ao norte e no dia 31, Netuno e Saturno estarão ao norte.



LIVROS SUPERIMPORTANTES

Menores e melhores

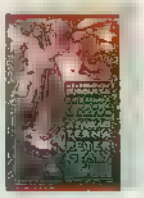
Microcosmos, *Lynn Margulis e Dorion Sagan, Edições 70, Lisboa, 1990*



Os mamíferos superiores, como o homem, são as formas mais desenvolvidas de vida na Terra, certo? Absolutamente errado, sustentam os autores, mãe e filho (do casamento de Lynn com o astrônomo Carl Sagan). Segundo eles, se houvesse um campeonato mundial para escolher os seres mais bem-sucedidos da História, os vencedores seriam inevitavelmente os microorganismos — firmes e saudáveis na sua adaptada pequenez após 4 bilhões de anos de evolução na cambiante ordem natural das coisas. Grande livro. ■

Amor burguês

A experiência burguesa — da Rainha Vitória a Freud, volume 2, A paixão terna, *Peter Gay, Companhia das Letras, São Paulo, 1990*



Segundo de uma coleção de cinco volumes sobre as crenças, os valores e os costumes das classes ricas européias e americanas no período que se estende de 1820, logo após o nascimento da rainha Vitória, até a Primeira Guerra Mundial. Assim como no primeiro volume, *A educação dos sentidos*, publicado em 1988, o historiador alemão naturalizado americano Peter Gay (autor de uma exaustiva biografia do fundador da Psicanálise, *Freud: uma vida para nosso tempo*) se detém principalmente no comportamento sexual dominante na época vitoriana. ■

O futuro em questão

A sociedade informática, *Adam Schaff, Editora Brasiliense/ Unesp, São Paulo, 1990*

O que nos reserva o futuro depois da revolução da microeletrônica? A partir dessa questão, o filósofo marxista polonês Adam Schaff investiga as mudanças que ocorreram no perfil da sociedade e o que ainda está por vir em função da nova tecnologia. Schaff estuda também a influência da nova sociedade informatizada sobre as estruturas do poder e a evolução política geral. Futurologia de qualidade. ■

Terra viva

Gaia, *James R. Lovelock, Edições 70, Lisboa, 1989*

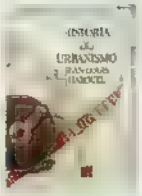
Uma das bíblias dos movimentos verdes. Ha quase vinte anos, o biólogo inglês Lovelock defende que a Terra é um organismo vivo cujos componentes, sem exceção, funcionam de forma integrada em relação aos demais e ao todo. A essa integração entre meio ambiente e os organismos vivos o cientista chama Hipótese Gaia, em alusão à deusa grega cujo nome quer dizer Terra. No momento em que a preservação do planeta é uma preocupação mundial, essa é uma leitura obrigatória, embora sua idéia central seja apenas o que o próprio autor diz — uma hipótese. ■

Com moderação

Montesquieu, *Jean Starobinski, Companhia das Letras, São Paulo, 1990*

Perfil do filósofo francês Charles Louis de Secondat, barão de Montesquieu (1689-1755), célebre por seu livro O *espírito das leis* e por sua paixão pela moderação. Starobinski, historiador suíço, valeu-se de textos do pensador, alguns pouco conhecidos, sobre o amor e a felicidade. ■

Séculos de cidades



História do urbanismo, *Jean-Louis Harouel, Papirus, Campinas, 1990*

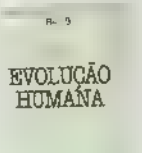
Os principais elementos urbanos das cidades romanas, como o Fórum, por exemplo, as cidades medievais, e ainda as leis que regulavam as construções fazem parte do quadro que o professor Harouel, da Faculdade de Direito de Paris, traça da evolução das cidades ocidentais — da Grécia Antiga até os dias de hoje ■

Erudito e popular

Culturas do povo, *Natalie Zemon Davis, Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1990*

Coletânea de oito ensaios publicados nas décadas de 60 e 70 sobre a vida cotidiana de camponeses, artesãos e pessoas humildes da França do século XVI ao XVIII. As lutas entre católicos e protestantes, os levantes religiosos, as grandes violências, as festas populares, tudo é descrito pela historiadora americana Natalie Davis à luz de uma questão: a interação entre a cultura popular e o universo erudito, propiciada pelo Renascimento. ■

Biologia e cultura

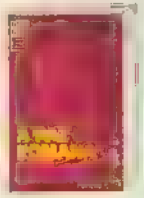


Evolução humana, *Celso Piedemonte Lima, Editora Ática, São Paulo, 1990*

Na história evoluti-va do homem, sustenta o autor, o processo de seleção atuou no sentido de colocá-lo em posição ereta e aumentou sua inteligência e habilidade no manejo de instrumentos. A questão central é demonstrar que ao longo da evolução existe uma interdependência entre as características biológicas do homem e suas conquistas culturais. ■

E ainda Roma

A paz romana, *Paul Petit, Pioneira/ Edusp, São Paulo, 1989*



O historiador francês Paul Petit reavalia as causas que provocaram o declínio do Império Romano, no período que se estende de 31 a.C., com o fim das guerras civis sob o governo do imperador Otávio, até o final do século II da era cristã. Mapas e quadros facilitam a compreensão da época estudada. ■

Dia-a-dia no Olimpo

Os deuses gregos, *Giulia Sissa e Marcel Detienne, Companhia das Letras, São Paulo, 1990*

Como viviam as divindades inventadas pelos antigos gregos, quais as leis que regulavam essa mitológica sociedade; que diferenciava os deuses dos mortais e como eles se relacionavam são alguns dos temas deste livro. ■

Para fazer ao sol

Aplicações práticas da energia solar, *Arnaldo Moura Bezerra, Editora Nobel, São Paulo, 1990*

Trata-se de um guia aos que se interessam em tirar proveito da energia solar. Em linguagem simples, o autor, engenheiro civil, ensina a fabricar utensílios movidos pelo calor do Sol. ■

AVISO AOS ASSINANTES

Se você necessita de alguma informação sobre sua assinatura escreva para Editora Abril - Assinaturas. Rua do Curtume, 769, Lapa, CEP 05065, São Paulo, SP.

Ou, se preferir, telefone para:

São Paulo - Tel (011) 823-9222
Das 8h às 18h

Rio de Janeiro - Tel. (021) 295-5544
Das 8h às 18h

Recife - Tel (081) 224-0655
Das 8h30 às 12h30 e das 14h às 18h

Salvador - Tel. (071) 371-5577
Das 8h às 12h e das 14h às 18h

Belo Horizonte - Tel. (031) 275-2255
Das 8h30 às 12h e das 13h30 às 18h

Porto Alegre Tel (0512) 33-9034
Das 8h30 às 12h e das 14h às 18h30

Brasília - Tel (061) 226-6963
Das 8h30 às 12h e das 13h30 às 18h

Curitiba - Tel. (041) 263-3013
Das 8h30 às 12h e das 14h às 18h30

Florianópolis - Tel. (0482) 23-7598
Das 9h às 12h e das 14h às 18h

Londrina - Tel. (0432) 22-6049
Das 8h às 12h e das 13h30 às 18h

Fortaleza - Tel (085) 244-1566
Das 9h às 12h e das 14h às 18h30

Se você mudou de endereço, preencha o pedido de alteração abaixo. Através dele você pode alterar de uma única vez o endereço de todas as revistas que assina. Coloque-o num envelope e envie-o para:

EDITORA ABRIL
ASSINATURAS

Rua do Curtume, 769 - CEP 05065 - São Paulo - SP

Os exemplares começarão a chegar em seu novo endereço 4 semanas após recebermos o seu pedido

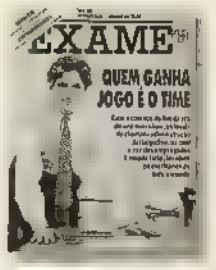
PEDIDO DE ALTERAÇÃO DE ENDEREÇO.
Cole aqui sua etiqueta de endereçamento anterior ou escreva seu nome e seu código de assinante.

Nome
Código de assinante
Atenção: você encontra seu código de assinante na etiqueta de endereçamento de suas revistas
Novo endereço
Bairro
CEP
Cidade
Estado
Telefone
Revistas que você quer receber neste novo endereço.

S-1-35

Tenha, todos os meses, uma nova safra de notícias do campo em suas mãos.

Leia
Guia Rural
A revista do produtor rural.
Todo mês, numa banca perto de você.



Toda quinzena, o fascinante mundo dos negócios em suas mãos.
Hoje leitor de EXAME
Amanhã assunto de EXAME

4 ANOS

Dois truques matemágicos

As cartas de baralho têm se revelado uma inesgotável máquina lúdica, capaz de originar uma infinidade de jogos. Além disso, têm sido uma ferramenta barata nas mãos dos mágicos amadores e profissionais. Quem é que não gosta de ensaiar uns passes e ver a admiração incrédula dos parentes e amigos, adultos e crianças? Mas esta arte, como todas, requer dedicação e quem não estiver bem treinado corre o risco de apresentar memoráveis fiascos. Entretanto, existem alguns truques com cartas que se baseiam estritamente na estrutura matemática do baralho e, por isso, independem de qualquer habilidade manual para serem bem executados — são, por assim dizer, truques automáticos. O exemplo seguinte é um caso típico.

Utilize um baralho comum, de 52 cartas, sem os curingas. Disponha as cartas com as faces para baixo, uma a uma, em várias pilhas sobre a mesa, à vista dos presentes. Em seguida, vire-se de costas e peça que um deles escolha três pilhas quaisquer, e as mantenha sobre a mesa. As outras ele deverá juntar e entregar para você. Então, você pede que, dentre as três pilhas restantes, ele finalmente escolha uma. As duas restantes devem ser viradas. Quando lhe revelarem os números das cartas que estão sob elas, você imediatamente dirá o número da carta que esta por baixo da pilha escolhida pelo seu ajudante. Bem, este é o efeito do truque, tal como os espectadores o percebem. Vejamos agora como ele funciona.

Primeiro, embaralhe o maço. Em seguida, pegue a primeira carta, mostre-a aos presentes e ponha-a sobre a mesa, com a face para baixo. Digamos que seja um 6. Então, retire outra carta do maço, ponha sobre a primeira e conte mentalmente: sete. Depois, ponha outra em cima e conte mentalmente: oito. Faça isso até dez, quando então a pilha estará completa, com cinco cartas e tendo o 6 por baixo. Agora, repita o processo: pegue a próxima carta, mostre-a aos espectadores, ponha-a sobre a mesa, ao lado da primeira pilha, e cubra-a com outras cartas, contando mentalmente até dez, a partir do número da primeira carta. Faça isso tantas vezes quantas for preciso para que não restem mais cartas em sua mão.

As cartas com figuras — valete, dama e rei — contam-se como 10. Elas e os próprios 10 constituem uma pilha sozinhas. Quando calhar de uma figura ou um 10 ser mostrado como início de pilha, deixe-o sozinho e siga adiante. A partir de então, sempre que essa coincidência ocorrer, qualquer figura ou 10 deverá ir para cima dessa carta, todas na mesma pilha. Depois de todo o maço se esgotar, retire da mesa todas as pilhas que tiverem menos de quatro cartas e também a última pilha construída, caso as cartas não tenham sido suficientes para a contagem nela chegar a dez (se a contagem chegou a dez, deixe-a sobre a mesa).

Figura 1

3♦	J♦	10♠	4♦	8♦
2♥	7♠	A♠	8♣	9♠
9♥	8♠	4♠	10♥	6♠
K♣	3♠	9♣	Q♠	6♦
A♥	3♥	10♦	Q♥	7♦

Figura 2

7♦	6♦	6♠	9♠	8♦
Q♥	Q♠	10♥	8♣	4♦
10♦	9♣	4♠	A♠	10♠
3♥	3♠	8♠	7♠	J♦
A♥	K♣	9♥	2♥	3♦

Ponha todas as cartas retiradas da mesa sobre aquela pilha reservada às figuras e aos 10 e segure-as todas. Vire-se de costas, para dar liberdade de escolha, e peça que alguém selecione três pilhas quaisquer. As escolhidas permanecerão na mesa, enquanto as demais devem ser entregues a você, que as juntará às cartas que já tem na mão. Agora, solicite que a pessoa escolha uma dentre as três pilhas que restaram e vire as outras duas. Peça os números que estão por baixo delas. Pronto. Você já tem como adivinhar qual a carta que se encontra por baixo da pilha escolhida. Basta fazer o seguinte: pegue as cartas que tem nas mãos e separe dezenove, depois separe mais tantas quanto for a soma dos dois números que lhe revelaram. O número de cartas que sobrarem será exatamente o valor daquela sob a pilha.

Vamos a outro truque. Embaralhe bem o maço. Em seguida, distribua 25 cartas em cinco fileiras, com cinco cartas cada uma (ver figura 1). Peça que alguém escolha uma carta e, sem lhe dizer qual é, falar apenas em qual fileira ela se encontra. Você deve, nesse momento, olhar para a carta da extremidade esquerda da fileira mencionada e memorizá-la (ela será a carta-guia). Em seguida, recolha as cartas coluna a coluna, começando pela primeira e terminando pela quinta, pondo a primeira sobre a segunda, as duas sobre a terceira e assim por diante. Depois de recolhidas todas as cartas, recoloque-as da mesma forma como estavam antes, mas descartando-as fila a fila (ver figura 2). Então, pergunte à pessoa em qual fileira a carta se encontra agora. A carta escolhida estará na intersecção da fileira apontada com a coluna onde se encontra agora a carta-guia. Com algum treino, é possível fazer esse truque com várias pessoas escolhendo cartas simultaneamente. Ele também funciona com 36, 49 ou qualquer número de cartas que seja um quadrado perfeito. ■

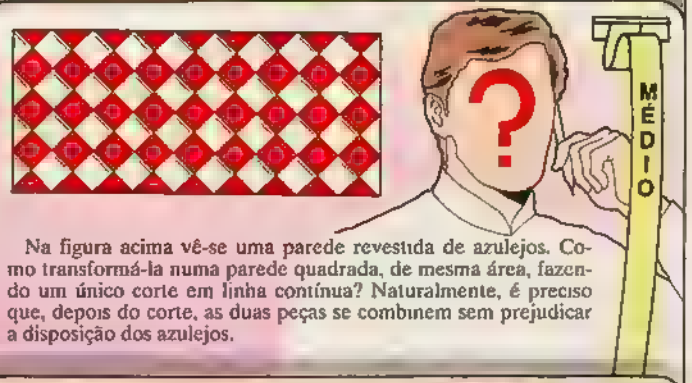
Luiz Dal Monte Neto, arquiteto e designer de jogos e brinquedos

Puzzles

FÁCIL

Um caracol indeciso começa a escalar um muro de 3 metros de altura. De dia, ele sobe 30 centímetros, mas à noite, cheio de dúvidas, ele desce 20 centímetros. Quanto tempo levará o caracol para chegar em cima do muro?

MÉDIO



Na figura acima vê-se uma parede revestida de azulejos. Como transformá-la numa parede quadrada, de mesma área, fazendo um único corte em linha contínua? Naturalmente, é preciso que, depois do corte, as duas peças se combinem sem prejudicar a disposição dos azulejos.

DIFÍCIL

Paulo e Rubens se reencontram depois de muito tempo. Paulo pergunta: "Quais as idades dos teus três filhos?" Rubens, um veterano apreciador de enigmas, responde: "A soma de suas idades é 13 e o produto delas é igual à tua idade, Paulo. Além disso, meu filho mais velho também adora enigmas". Quais as idades dos filhos de Rubens?

ILUSTRAÇÕES ARTUR KENJI

SUPERDIVERTIDO

Um jogo de gabarito

GRAND PRIX — *jogo para dois a quatro participantes, de autoria de Luís Gonzaga Leite.*

Em SUPERINTERESSANTE número 6, ano 4, os leitores aprenderam como recriar numa folha de papel quadriculado algumas das emoções de um piloto de Fórmula 1. Lá eu mostrava como jogar a *Corrida de vetores*, um jogo cujo material se resume a papel e lápis. Pois bem, a *Corrida de vetores* cresceu, evoluiu e agora se chama *Grand Prix*. Criado no início dos anos 80, quando tive a ocasião de ver seus primeiros protótipos, foram necessários quase dez anos de testes e aperfeiçoamentos para que ele ganhasse a forma elegante e eficiente que tem hoje. Mas valeu a pena: *Grand Prix* é uma simulação deliciosa de uma corrida de automóveis.

Seu segredo reside num gabarito de plástico transparente, semelhante àqueles usados em desenho técnico. Cada jogador fica com uma caneta esferográfica de cor diferente. Então, usando o gabarito, os competidores têm condições de movimentar seus carros, que consistem, na verdade, em pequenos trapézios coloridos desenhados sobre uma pista de papel. Da posição em que o carro se encontrava na jogada anterior, para a próxima, o gabarito oferece até 81 alternativas de movimentação, sempre de modo coerente com o movimento que o carro vinha mantendo. Assim, a velocidade só pode ser aumentada ou diminuída gradativamente e a direção só pode ser alterada dentro de certos limites, em função da própria velocidade.

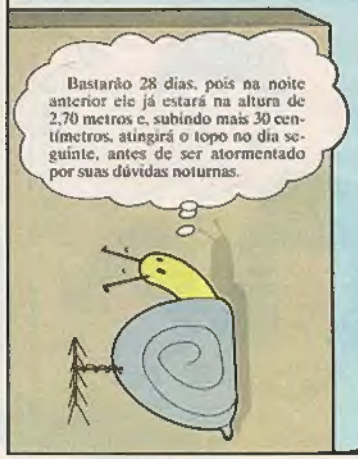
Qual opção escolher é uma questão que se abre ao temperamento de cada um: há os pilotos mais técnicos, os mais audazes, os intrépidos e, como na realidade, os loucos. Cada um desses tipos encontrará os movimentos que mais combinam com seu jeito de ser e terá a ocasião de experimentar suas conseqüências. *Grand Prix* é muito mais variado que a *Corrida de vetores*, que, de hoje em diante, fica definitivamente com a aparência de um carro de Juan Manuel Fangio ao lado do de Ayrton Senna. O jogo vem ainda com um caderno de 34 centímetros x 52,5 centímetros que traz impressas 34 pistas. Todas são adaptações esquemáticas dos circuitos oficiais da Fórmula 1. Merece destaque a feliz inclusão de tabelas de classificação em cada folha, para anotar o nome dos pilotos e os pontos obtidos, caso se dispute um campeonato.

Grand Prix pode ser comprado por telefone (011) 852-1728 ou por meio de pedidos à Caixa Postal 21080 - São Paulo - SP - CEP 04698.

Soluções

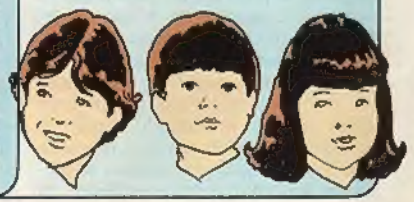
PUZZLES

FÁCIL



MÉDIO

DIFÍCIL Este velho problema provoca em quem o lê a reação imediata de achar que falta um pedaço do enunciado, pois nem sequer se menciona quantos anos tem Paulo. Todavia, isso não é necessário. Raciocinemos assim: existem 14 combinações de idades que dão uma soma igual a 13. Se, dentre elas, houvesse apenas uma cujo produto fosse igual à idade de Paulo, Rubens não precisaria dizer mais nada, pois Paulo saberia encontrar as idades corretas. Contudo, Rubens teve de acrescentar a última pista ("meu filho mais velho também adora enigmas"), que, à primeira vista, parece totalmente desprovida de utilidade. Ocorre que, se houve a necessidade de acrescentar essa pista, é porque havia mais de uma combinação capaz de atender às duas pistas anteriores. De fato, listando-se as 14 combinações possíveis, vemos que somente duas dão um produto igual. São elas: 1-6-6 e 2-2-9 (ambas com produto 36). Agora, a última pista ganha uma importância decisiva, não por dizer que o filho adora enigmas, mas por revelar que há *um* filho mais velho. Isso exclui a combinação 1-6-6. Portanto, a resposta é 2-2-9. Este é um bonito problema, pois, para resolvê-lo, é preciso que abandonemos nossa posição de observadores e nos coloquemos na situação de um dos personagens — Paulo —, que certamente sabe qual é sua própria idade, embora nós não a saibamos. Só quando pensamos com a cabeça de Paulo é que encontramos a solução.



SUPERENGRAÇADO

Mas, doutor, por que o senhor se interessou em pesquisar o caos?

CARTAS DOS LEITORES

Astrologia

Simplesmente fantástica a reportagem "Defesas contra a astrologia" (SI nº 6, ano 4). É muito bom ver esses patrocinadores da ignorância e inimigos do bom senso contra a parede.

Marconi O. Gadelha
Palmeira dos Índios, AL

Linguagem

Está excelente a matéria "Antes da torre de Babel" (SI nº 6, ano 4). Foi muito interessante saber a origem de todos os idiomas.

Gelson A. Oliveira
São Paulo, SP

Som

Pouco antes de ler a reportagem "Puro som" (SI nº 5, ano 4), comprei um toca-discos a laser e fiquei curioso sobre como é feito um CD. Não precisei esperar muito para saber a resposta. Parabéns pela excelente matéria.

André F. Junqueira Souza
São José dos Campos, SP

Ambiente

Ao ler a matéria "Castigo do céu" (SI nº 5, ano 4), pude perceber que a natureza está dando o troco pela poluição que causamos.

Marcelo F. Pereira
Taubaté, SP

Ciência

A reportagem "Pode-se confiar nos cientistas?" (SI nº 5, ano 4) caracteriza muito bem a proposta dessa revista, que apresenta as conquistas humanas sem omitir as falhas.

Júlio César M. Amorim
Caruaru, PE

Biologia

A matéria "Longa vida aos moços" (SI nº 5, ano 4) foi uma verdadeira aula sobre as várias etapas da vida humana.

Roberval M. Bastos
Teresina, PI

Natureza

Parabéns pela matéria "Expressão corporal" (SI nº 5, ano 4). O mundo das abelhas é fantástico e vocês foram perfeitos para demonstrar isso.

Dario L. Iotti
São Paulo, SP

Aviação

Engenhoso o sistema de salvamento mostrado na reportagem "Para longe da morte" (SI nº 5, ano 4). Os assentos ejetáveis já devem ter livrado muitos pilotos da morte.

Carlos Henrique Santos
Belo Horizonte, MG

Espaço

Gostei muito do artigo "Destino: Terra" (SI nº 5, ano 4). Parece que agora vamos realmente cuidar da " casa".

Alver C. Figueiredo
Tubarão, SC

Especial

Parabéns pela edição especial "Natureza ameaçada", que mostra que a sobrevivência humana vai depender do respeito que deve ser dedicado a todo ser vivo.

Edna Cardoso Dias
Presidente da Liga de Prevenção à Crueldade contra o Animal
Belo Horizonte, MG

Falha nossa

A matéria "Expressão corporal" (SI nº 5, ano 4) afirma que o zoólogo Warwick Estevam Kerr leciona na Unesp em Rio Claro. Na verdade, ele é professor titular do Departamento de Biociências da Universidade Federal de Uberlândia.

Roselys Magalhães Pinto Côrtes
Uberlândia, MG

Cartas para SUPERINTERESSANTE.
Rua Geraldo Flausino Gomes, 61
CEP 04575, São Paulo, SP.
Por motivo de espaço, as cartas poderão ser publicadas resumidamente.

EDITORA ABRIL
ENDEREÇOS E TELEFONES

SUPER INTERESSANTE

SÃO PAULO
Redação, Publicidade e Correspondência: r. Geraldo Flausino Gomes, 61, Brooklin, CEP 04575, Caixa Postal 2372, tel.: (011) 534-5344, Telex (011) 57357, 57359 e 57382, FAX: (011) 534-5638, Telegramas: Editabril/Abrilpress. **Administração:** r. Jaguaretê, 213, Casa Verde, CEP 02516, tel.: (011) 858-4511.

ESCRITÓRIOS
BRASIL
Belo Horizonte: r. Marília de Dirceu, 226, 6.º e 7.º andares, Bairro de Lourdes, CEP 30170, tel.: (031) 275-2388, Telex (031) 1896.
Brasília: SCS - Quadra 1, n.º 30, Edifício Central, 9.º, 10.º, 12.º e 13.º andares, CEP 70304, tel.: (061) 224-9150, Telex (061) 1464, FAX: (061) 226-7592, Telegramas Abrilpress
Campinas: r. Sacramento, 126, 13.º andar, cj. 131, CEP 13013, tel.: (0192) 32-1700
Curitiba: r. Fernandes de Barros, 491, 2.º andar, salas 5 e 6, Bairro Alto da Quinze, CEP 80040, tel.: (041) 262-8833, Telex (041) 5278
Florianópolis: av. Osmar Cunha, 15, Bloco C, 2.º andar, sala 101, Centro, CEP 88015, tel.: (0482) 22-7826, Telex (0481) 004
Fortaleza: av. Santos Dumont, 3060, salas 418/420/422, Aldeota, CEP 60150, tel.: (085) 244-0410, Telex (085) 1607
Novo Hamburgo: av. Bento Gonçalves, 2537, 7.º andar, sala 704, CEP 93510, tel.: (0512) 93-1293
Porto Alegre: av. Getúlio Vargas, 774, 3.º andar, salas 301 e 308, Bairro Menino Deus, CEP 90060, tel.: (0512) 33-2699, Telex (051) 1092, Telegramas: Abrilpress
Recife: av. Dantas Barreto, 1166, 9.º andar, salas 902, 903 e 904, Bairro São José, CEP 50020, tel.: (081) 224-0977, Telex (081) 1164
Ribeirão Preto: av. Presidente Vargas, 1033, Alto da Boa Vista, CEP 14020, tel.: (016) 623-4262/4251, Telex (016) 4457, FAX: (016) 623-2769
Rio de Janeiro: r. da Passagem, 123, 8.º ao 11.º andares, Botafogo, CEP 22290, tel.: (021) 546-8282, Telex (021) 22674, FAX (021) 275-9347, Telegramas: Editabril/Abrilpress
Salvador: av. Tancredo Neves, 1283, Edifício Omega, 3.º e 5.º andares, conjuntos 303 e 502, Bairro Pituba, tel.: (071) 371-4999/5577

EXTERIOR
Nova York: Lincoln Building, 60 East 42nd Street, Suite 3403, New York, N.Y. 10165, Phone: (001212) 557-5890/5993, Telex (001) 237670, FAX: (001212) 983-0972
Paris: 33, rue de Meaumesnil, 75008 Paris, Phone: (00331) 42.66.31.18, Telex (00421) 660731 ABRILPA, FAX: (00331) 42.66.13.99
Portugal - Importação exclusiva e Comercialização: Editora Abril (Portugal), Lda., r. Marcos Portugal, 16-A, Algés, 1495 Lisboa, tel.: 4105823, FAX: (003511) 4107050; **Distribuição:** Distribuidora Jardim de Publicações, Lda., Quinta do Pau Varais, Azinhaga dos Fetais, 2685 Camarate, Lisboa, tel.: 9472542

PUBLICAÇÕES DA EDITORA ABRIL

Interesse Geral
VEJA • GUIA RURAL • GUIA DO ESTUDANTE
ALMANAQUE ABRIL • SUPERINTERESSANTE

Economia e Negócios
EXAME

Automobilismo e Turismo
QUATRO RODAS • GUIA QUATRO RODAS

Esportes
PLACAR

Masculinas
PLAYBOY

Femininas
CLAUDIA • CLAUDIA MODA • ELLE • NOVA
MANEQUIM • MONTRICOT • CAPRICHO • MÁXIMA

Decoração e Arquitetura
CASA CLAUDIA • ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO

PUBLICAÇÕES DA EDITORA AZUL
BIZZ • BOA FORMA • BODYBOARD • CARÍCIA
CONTIGO • FLUIR • HORÓSCOPO • INTERVIEW
SAÚDE • SET • SEMANÁRIO • SKATIN

PUBLICAÇÕES DA EDITORA ABRIL JOVEM
PATO DONALD • MICKEY • ZÉ CARIOCA
TIO PATINHAS • MARGARIDA • URTICÃO,
ALEGRIA & COMPANHIA • LIGA DA JUSTIÇA
SUPERAVENTURAS MARVEL • BATMAN
OS CAÇADORES • STORM
CONFLITO DO VIETNÃ • GRAPHIC NOVEL
CONAN • MENINO MALUQUINHO
TURMA DA FOFURA • LULUZINHA
OS TRAPALHÕES • GUGU • DISNEY ESPECIAL
DISNEYLÂNDIA • RISCA E APARECE • DC 2.000
X MEN • TEIA DO ARANHA • CONAN REI

PUBLICAÇÕES DA FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA
NOVA ESCOLA • SALA DE AULA

UM SHOW

Bizz 5 anos. Tudo que rola no mundo do rock. O melhor do som pop. Os últimos lançamentos. E mais: Cruzadas Bizz, com prêmios incríveis. E as Fichas do Rock, para você colecionar. N A S B A N C A S .

BIZZ
EDITORA AZUL
CINCO ANOS DE SHOW

PRÓXIMA EDIÇÃO

ROBERTO NEGRAES

MUX

▲A vida em volta da roda

É impossível saber exatamente como ela surgiu. É também impossível imaginar a civilização sem ela. Com toda certeza, no entanto, é a invenção fundamental da espécie humana

▼A cidade do espaço

O centro nervoso do programa espacial americano, que controla suas naves e espia os planetas, é o Laboratório de Jatopropulsão da NASA, onde trabalham 5 000 pessoas

▲A sedução do Pantanal

Muito mais do que um paradisíaco cenário de telenovela, o Pantanal, a maior planície do coração das Américas, excita o interesse da ciência. O segredo desse ecossistema único no mundo, que apesar do nome não é um pântano, está nas periódicas inundações

STOCK PHOTOS

▼A versátil voz humana

Dos gritos aos sussurros, passando pelo *bel canto* deslumbrante, a fala do homem é produto de um refinado aparelho de som

IUGO KOCHMAR

Sakharov, cérebro e coração

O físico Andrei Sakharov entrou para a História como supremo defensor dos direitos humanos na União Soviética. Era igualmente um gigante da ciência

Perguntas superintrigantes

Que é uma frente fria? Como são construídos os pilares das pontes sobre o mar? De que são feitas as cápsulas dos remédios? Como funciona um contador Geiger?

Pra você tirar um som super interessante enquanto lê esta revista.

Você encontra as gaitas-de-boca Hering nas melhores lojas. Para maiores informações, ligue (0473) 23-0111.

Hering

HERING S.A. BRINQUEDOS E INSTRUMENTOS MUSICAIS

I WANT

I CAN

adidas

TORSION

Torsion. A parte dianteira e a parte traseira do pé movendo-se independentemente. Livre como andar descalço. Tecnologia Adidas.